

Geodiversiteettikohteiden pisteyttäminen geopolun suunnittelussa Rokua Geopark -alueella

Jagoda Kieloranta

Pro gradu -tutkielma
Maantieteen tutkimusyksikkö
Oulun yliopisto
30.04.2019



Yksikkö: Maantieteen tutkimusyksikkö	Pääaine: Maantiede		
Tekijä: Kieloranta Jagoda Anne	Opiskelija-numero: 2123901	Tutkielman sivumäärä: 59	
Tutkielman nimi: Geodiversiteettikohteiden pisteyttäminen geopolun suunnittelussa Rokua Geopark -alueella			
Asiasanat:	Arvottaminen, geodiversiteetti, geopolku, luontomatkailu, matkailullinen arvo, opetuksellinen arvo, rinnevarjostus		
Tiivistelmä: <p>Elottoman luonnon monimuotoisuus eli geodiversiteetti on tärkeä osa luonnon monimuotoisuutta. Geodiversiteetin arvoa on mahdollista tarkastella hyötynäkökulmasta, jolloin geomorfologista perintöä hyödynnetään luontomatkailussa ja opetuksessa. Geomatkailu luontomatkailun muotona tarjoaa palveluita, jotka tukevat geologisten ja geomorfologisten perintöresurssien hyödyntämistä opetuksessa ja matkailussa sekä niiden arvostusta ja sosiaalista käyttöarvoa. Kansainvälinen Geopark -verkosto luo mahdollisuuksia geomatkailulle sekä tukee sen tavoitteita.</p> <p>Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkoituksena oli löytää edustavimmat geodiversiteettikohteet pisteyttämällä niitä sekä vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin: 1) mitkä geodiversiteetin kohteet ovat opetuksellisesti ja matkailullisesti kaikkein merkittävimpiä Rokualla ja 2) mikä olisi sopivin reitti uudelle geopolulle Opastuskeskus Supan läheisyydessä. Tutkimuksessa analysoitiin Maanmittauslaitoksen laserkeilaustekniikalla tuotettua korkeusmallia (KM2) hyödyntäen rinnevarjostusta (<i>hillshade</i>). Maastomallin tulkinnan sekä alueen inventoinnin pohjalta luotiin pisteytysmenetelmä, soveltaen eri tutkijoiden geodiversiteettielementtien arviointia Rokua Geoparkin erityispiirteisiin sopivaksi. Opetuksellinen ja matkailullinen arvot määrettiin neljän indikaattorin perusteella, joista jokainen nojaa kahteen tai kolmeen kriteeriin. Geodiversiteettikohteiden pisteytyksessä on kiinnitetty huomiota ensisijaisesti kohteen geomorfologiaan ja maisemalliseen arvoon sekä saavutettavuuteen. Jokaiselle geodiversiteetin kohteelle laskettiin opetuksellinen (OA) ja matkailullinen (MA) keskiarvo. Seuraavaksi molempien ryhmien kaikista annetuista arvoista laskettiin geodiversiteettikohteiden keskiarvo ja sen perusteella määriteltiin sijoittuminen kolmeen eri arvoluokkaan. Tulokset esitettiin geopolun muodossa.</p> <p>Inventoinnin ja korkeusmallin tulkinnan seurauksena löytyi 42 kohdetta. Jos yksittäisen kohteen arviointi oli hyvin hankalaa, pisteytettiin kokonaiset muodostuma-alueet. Tutkimusalueen opetuksellisesti ja matkailullisesti kaikkein merkittävimpiä kohteita olivat soistuneet tai järvinä olevat suppapainanteet sekä rantadyynivallit, dyynit ja laajat deflaatiopinnat. Selkeimmät I ja II luokan muodostumien tihentymät tutkimusalueen pohjoisosissa osoittivat, että tämä alue soveltuu parhaiten uuden geopolun suunnitteluun. Ehdotetun pisteytysmenetelmän merkittävin käytännön arvo liittyy luontomatkailuun, ja sitä on mahdollista hyödyntää Rokuan matkailun suunnittelussa ja tuotteistamisessa.</p>			
Muita tietoja:			
Päiväys: 30.4.2019			

Sisällysluettelo

1. Johdanto	4
2. Geodiversiteetti	6
2.1 Geodiversiteetin käsite	6
2.2 Geodiversiteetin osa-alueet.....	7
2.2.1 Kallioperä	7
2.2.2 Maaperä ja maanpinnan muodot	7
2.3 Geodiversiteetin merkitys ja suojelu: Geopark –verkosto ja geomorfologiset erityiskohteet	8
3. Luontomatkailu	11
3.1 Kestävä matkailu ja geomatkailu.....	12
3.2 Ulkoilun merkitys ja luonnon virkistyskäyttö	14
3.2.1 Ulkoilureitit ja luontopolut	14
3.2.2 Luontopolut Suomessa yleisesti	15
4. Tutkimusalue.....	16
4.1 Geologia ja geomorfologia	17
4.2 Ilmasto, hydrologia ja kasvillisuus	18
4.3 Rokua matkailualueena.....	20
4.3.1 Yleiskaava ja infrastruktuuri	21
5. Tutkimusaineisto ja menetelmät	23
5.1 Korkeusmallin tulkinta ja geodiversiteettikohteiden inventointi.....	24
5.2 Pisteytysmenetelmä	26
5.3 Suunnittelun periaatteet	30
6. Tulokset.....	33
6.1 Korkeusmallin tulkinnan ja inventoinnin tulokset.....	33
6.2 Pisteytyksen tulokset	39
6.3 Geopolun reitin suunnitelma	46
6.3.1 Reittiselostus	47
7. Tulosten tarkastelu ja pohdinta	50
8. Johtopäätökset.....	52
Kirjallisuus.....	53

1. Johdanto

Elottoman luonnon monimuotoisuus eli geodiversiteetti on tärkeä osa luonnon monimuotoisuutta. Sen osa-alueet, kuten geomorfologia, geologia, hydrologia ja maaperä vaikuttavat biologisen elämän vaihtelevuuteen muodostamalla erilaisia elinympäristöjä (ks. Gray 2004: 38-63, Parks & Mulligan 2010: 2751, 2753). Sharples:n (1995: 37-40) mukaan fyysistä luontoa ja sen prosessien monimuotoisuutta ei ole heti tunnustettu arvokkaiksi ja se on nähty vain taustana biodiversiteetille, johon luonnon monimuotoisuuden suojelu on keskittynyt. Biodiversiteettitutkimuksissa on panostettu elottoman ja elollisen luonnon välisten vuorovaikutusten tarkasteluun. Vasta kun havaittiin geologian ja geomorfologian kannalta arvokkaita geokohteita, varsinainen geosuojelu alkoi kehittyä luonnonsuojelun yhteydessä (Sharples 1995, Serrano & Ruiz-Flaño 2007a: 142, Gray 2013: 22-24). Tämän vuoksi tulee etsiä ja kehittää geodiversiteetin arvojen mittaustapoja, ettei eloton luonto jää huomiotta luonnon monimuotoisuuden tutkimuksissa. On selkeä tarve menetelmille, joiden avulla voitaisiin pisteyttää merkittävien geokohteiden arvoja erilaisten näkökulmien kannalta. Geologisten resurssien kestävä käytön ymmärrys ja suunnittelu on tärkeää, jotta geosuojelua voitaisiin tehostaa. Esimerkiksi erilaisten virkistys- ja ulkoilutoimintojen kautta voi kiinnittää ihmisten huomiota geomorfologisiin erityiskohteisiin ja geodiversiteetin ongelmiin.

Tässä tutkimuksessa nähdään tarpeelliseksi pyrkiä arvottamaan geomorfologista monimuotoisuutta suhteessa luontomatkailuvetovoimaan ja opetuksen merkitykseen. Elotonta luontoa on tutkittu niistä näkökulmista suhteellisen vähän. Suosituimpia tutkimusaiheita ovat pääasiassa geo- ja biodiversiteetin vuorovaikutus (ks. Burnett ym. 1998, Jačková & Romportl 2008, Parks & Mulligan 2010, Malinen 2012, Hjort ym. 2012, Tukiainen ym. 2017a, Tukiainen ym. 2017b, Kärnä ym. 2018), sekä geodiversiteetin kartoittaminen, mittaaminen ja suojelu (ks. Serrano & Ruiz-Flaño 2007a, 2007b, Benito-Calvo ym. 2009, Hjort & Luoto 2010, Hjort ym. 2012). Nämä teemat ovat merkittävässä roolissa muun muassa alueellisessa maankäytön suunnittelussa (Erikstad 2012: 5-6). Geodiversiteettiä käytetään myös mittaustapona elollisen luonnon monimuotoisuudelle

(ks. Burnett ym. 1998: 369, Ferrier ym. 2002, Seto ym. 2004: 4310, Hjort ym. 2012). Hjortin ja Luodon (2010: 109) mukaan muodostumien ja prosessien esiintymistä kannattaisi tutkia spatiaalisessa kontekstissa, sillä geosuojelun suunnittelussa tarvitaan geodiversiteetin kvantitatiivisia arvoja.

Tutkimusalueena on Rokua, jonka matkailu ja vetovoima pohjautuvat luontoon. Luonto on monille merkittävä virkistätymisympäristö: liikkuminen luonnossa tukee terveyttä ja antaa henkistä vastapainoa nykyiselle kiireelliselle elämälle. Luonto on tärkeää osa suomalaisten elämäntapaa, kulttuuria sekä peruskoulutusta ja siksi luonnossa liikutaan paljon (Karjalainen & Verhe 1995: 17.) Virkistykseen ja ulkoiluun tarkoitetut alueet ns. virkistysalueet sekä jokamiesoikeudet luovat ihanteelliset ulkoilumahdollisuudet Suomessa. Ulkoiluun tarkoitetut väylät eli ulkoilureitit, ohjaavat ihmisten liikkumista kiinnostavissa ympäristöissä (Pouta & Heikkilä 1998: 8-16). Jotta löytää hyvän sijainnin uudelle polulle, tulee löytää edustavimmat geodiversiteettikohteet pisteyttämällä niitä, eli antamalla jokin kvantitatiivinen arvo. Tämän vuoksi on löydettävä tapa, miten objektiivisesti kuvata geokohteiden merkitystä opetuksen (opetuksellinen arvo) ja matkailun (matkailullinen arvo) kannalta (Gray 2005, Kubalikova 2013, Brilha 2016: 125-125). Tutkimuksen tavoitteena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- mitkä geodiversiteetin kohteet ovat (a) opetuksellisesti ja (b) matkailullisesti kaikkein merkittävimpiä Rokualla?
- mikä olisi sopivin reitti uudelle geopolulle Opastuskeskus Supan läheisyydessä?

Tutkielmassa analysoidaan Rokuan erityispiirteitä hyödyntäen kaukokartoitusaineistoja ja ilmakuvatulkintaa. Valitun alueen fyysisen ympäristön kohteita pisteytetään matkailullisesta ja opetuksellisesta näkökulmasta. Tulokset esitetään geopolun muodossa.

2. Geodiversiteetti

2.1 Geodiversiteetin käsite

Geodiversiteetin termi otettiin tieteelliseen käyttöön nykyisessä merkityksessään 1990-luvun alussa ja sen yleinen käyttö vakiintui 1990- ja 2000-luvun vaihteessa. Silloin alettiin kiinnittää huomiota elottomaan luontoon ja tuoda suuren yleisön tietoon geoympäristön monimuotoisuuden merkitys. Geodiversiteetin käsite on siis melko uusi eikä niin hyvin tutkittu kuin biodiversiteetti (ks. Kozłowski 2004, Reynard & Coratza 2007: 138–139, Houshold & Sharples 2008, Gray 2004: 5, Gray 2008, Gray 2011, Gray 2013).

Luonnon monimuotoisuus jaetaan kahteen käsitteeseen: biodiversiteettiin ja geodiversiteettiin (Serrano & Ruiz-Flaño 2007a, Hjort & Luoto 2010). Geodiversiteetin määritelmä ei ole vielä ehtinyt vakiintua (Serrano & Ruiz-Flaño 2007b: 389). Yksi tunnetuimmista määritelmistä (Gray 2004: 8: 287) asettaa geodiversiteetin abioottisena vastineena biodiversiteetille. Siihen sisältyvät geologisten (kivet, mineraalit, fossiilit), maaperän ja geomorfologisten (muodostumat, prosessit) ominaisuuksien runsaus, sekä niiden muodostamien systeemien välinen vuorovaikutus ja prosessien vaihtelevuus. Muut tutkijat (esim. Serrano & Ruiz-Flaño 2007b: 390, Parks & Mulligan 2010) pitävät myös hydrologista vaihtelevuutta, ilmastoa ja topografiaa geodiversiteetin osa-alueina. Parks ja Mulligan:n (2010: 2751-2753) mukaan geodiversiteettiä ilmentävät luonnonprosessit muodostavat erilaisia elinympäristöjä sekä tarjoavat ekosysteemien tarvitsemia biologista elämää mahdollistavia resursseja. Geodiversiteetin määritelmään liitetään myös ihmisen aiheuttamat prosessit (Serrano & Ruiz-Flaño 2007a: 142) sekä kohteista löydetty todisteet (fossiilit) alueen kehityksestä ja maisemassa tapahtuneista ympäristömuutoksista, eripituisilla geologisen historian ajanjaksoilla. Käsitteeseen on siis lisätty temporaalinen eli ajallinen ulottuvuus (Jačková & Romportl 2008: 23).

2.2 Geodiversiteetin osa-alueet

2.2.1 Kallioperä

Kallioperä on maankamaran osa, jota esiintyy kaikkialla joko maaperän alla tai paljaana ilman maaperän kerrosta. Vanha, vuorenpöimituksissa muodostunut kallioperä, mistä merkit elollisesta luonnosta puuttuvat lähes kokonaan, esiintyy maapallolla vain tietyillä alueilla. Sitä osaa kutsutaan peruskallioksi. Suomi kuuluu Fennoskandian kilpeen, jonka kallioperä on Euroopan vanhinta peruskalliota. Lisäksi Suomi kuuluu Pohjois- ja Itä-Euroopan prekambriiseen peruskalliolohkoon Fennosarmatiaan, joka on näkyvissä myös Ukrainassa (Sorjonen-Ward & Luukkonen 2005, Aartolahti & Tikkanen 2011: 10-12). Suomen kallioperä koostuu syvällä maankuoressa syntyneistä magmakivistä, sekä sedimenttikivistä ja pöimitusten yhteydessä syntyneistä metamorfisista kivistä (Aartolahti & Tikkanen 2011: 10-12).

2.2.2 Maaperä ja maanpinnan muodot

Pinnanmuotoihin merkittävästi vaikuttava maankamaran ylin kerros eli maaperä peittää Suomessa lähes kaikkialla kallioperän (Sorjonen-Ward & Luukkonen 2005). Pinnanmuodot voidaan luokitella koon tai geneesin perusteella. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan pinnanmuotoja niiden syntyvän perusteella (Fogelberg 1977: 49-56, Aartolahti & Tikkanen 2011: 54-255):

- mannerjäätikön aiheuttamat (glasigeeniset) muodostumat: moreenit (pohja-, pinta-, reuna- ja peitemoreenit), kumpumoreenit, Rogen-moreenit, De Geer-moreenit, drumliinit, vakoumat, siirtolohkareet;
- mannerjäätiköjokien aiheuttamat (glasifluviaaliset) muodostumat: harjut, sandurit, glasifluviaalliset deltat, kamemuodostumat (kamekummut, kame-terassit, kame-maasto), sulamisvesiuomat, reumamuodostumat, sora- ja hiekkakentät, savikot, lieveuomat, ylitysuomat, hiidenkirnut, suppakuopat;
- roudan ja routumisen aiheuttamat (kryogeeniset) muodostumat;
- fluviaaliset (virtaavan veden aiheuttamat) muodostumat: laaksot, törmät;

- rannalla tyrskyn, aallokon, rantavirtausten, jään ja tuulen aiheuttamat (litoraaliset) muodostumat: eroosiorannat, akkumulaatorannat (rantavallit, särkit), muinaisrannat;
- tuulen aiheuttamat (eolliset) muodostumat: periglasiaaliset dyynit, rannikoiden dyynit (poikittais-, pitkittäis- ja paraabelidyynit), lössi, deflaatiomuodot;
- elävän luonnon aiheuttamat (biogeeniset) muodostumat: suot;
- ja ihmisen aiheuttamat (antropogeeniset) muodostumat .

Näiden lisäksi erotellaan polygeneettiset muodostumat eli sellaiset, jotka ovat syntyneet useamman prosessin tuloksena. Alaluokituksessa muodostumia jaetaan sen perusteella ovatko ne syntyneet eroosion eli kulutuksen vai akkumulaation eli kasaantumisen seurauksena (Aartolahti & Tikkanen 2011: 9). Paikallisesti tarkasteltuna näiden prosessien aiheuttaneet muodot lisäävät alueen pinnanmuotoja, mutta maisemallisesti voi sanoa, että maaperä tasoittaa kallioperän epätasaisuuksia (Aartolahti 1977: 32). Suomessa moreenivaltainen maanpeite yhdistettynä happamiin kivilajeihin luo kasvillisuudelle aika karun kasvualustan. Moreenin laatuun kasvualustana vaikuttaa sen alla sijaitseva kallioperä (Kalliola 1971: 73, Kalliola 1973: 75-77).

2.3 Geodiversiteetin merkitys ja suojelu: Geopark –verkosto ja geomorfologiset erityiskohteet

Geodiversiteetin merkitys nähdään usein ekologisesta näkökulmasta eli sen arvoa määritellään biodiversiteetin kautta (Gray 2004: 354). Sitä on mahdollista tarkastella myös hyötynäkökulmasta, jolloin geomorfologista perintöä hyödynnetään matkailussa ja tieteellisen tutkimuksen lähteenä. Sillä on myös esteettinen merkitys sekä tärkeä rooli ihmisten hyvinvoinnin kannalta (Gordon ym. 2012: 2). Geodiversiteettiä voi myös nähdä sen oman itseisarvon kautta (Sharples 2002: 9, 11).

Vähitellen kasvanut geologisen monimuotoisuuden ymmärrys ja tietoisuus ihmistoiminnan vaikutuksesta ympäröivään maailmaan kehittivät tarvetta uusiin tutkimussuuntauksiin (Serrana & Ruiz-Flaño 2007a: 140, Hjort & Luoto 2010: 109-116).

On tärkeää kartoittaa, mitata ja suojella elottoman luonnon monimuotoisuutta ja sen prosesseja eri mittakaavoissa. Suojelutoimia kannattaa laajentaa myös maisematasolla, eikä vain kohdistaa yksittäisiin kohteisiin. Vain silloin on mahdollista saada kokonaisvaltainen näkemys alueen geodiversiteetistä (Sharples 1995: 44, Kozłowski 2004; Serrano & Ruiz-Flaño 2007a, 2007b, Gray 2008, Hjort & Luoto 2010, Thomas 2012: 86).

Geoparkit, geologiset- ja luonnonperintökohteet, suojellut maisemakohteet ja luonnonmonumentit ovat Serrano ja Ruiz-Flaño (2007a, 2007b) mukaan tapoja suojella maisemallisesti ja abioottisesti merkittäviä kohteita. Luonnonsuojelukohdeiden valinnan yhteydessä on tärkeää ymmärtää kallio- ja maaperän muodostumien determinististä roolia maiseman muodostumisessa. Niillä on monenlaisia käyttöarvoja mm. maankäytön suunnittelussa sekä tieteellistä merkitystä tutkimuksessa ja opetuksessa. Sen takia abioottisten elementtien kartoitus ja geomorfologisen arvon tunnistaminen on niin tärkeää (Polojärvi ym. 2000: 7).

Kansainvälinen Geopark -verkosto on kehitetty tutkimushankkeiden myötä yhteistyössä UNESCON kanssa. Euroopan Geopark-verkosto sai alkunsa vuonna 2000 Kreikassa ja neljä vuotta myöhemmin Pariisissa perustettiin maailmanlaajuinen Geopark-verkosto (Nenonen 2015: 128). Geoparkien tehtävänä on geodiversiteetin suojelu ja geologisen tiedon välittäminen, sekä paikallisen talouden ja kulttuurisen kehityksen tukeminen. Geoparkit luovat myös matkailumahdollisuuksia ja tukevat kestävä matkailua. Rajallisesti tarkkaan määritetyt geoparkit kertovat alueen geologisesta kehityshistoriasta ja prosesseista, jotka muodostivat nykyisen maisemakokonaisuuden (Zouros 2007: 169).

Tämä tutkimus käsittelee Suomen ensimmäistä ja ainutta Rokua Geoparkia, joka vuonna 2010 hyväksyttiin osaksi maailmanlaajuisesta UNESCO:n suojeluksessa olevaa geologisten kohteiden verkostoa. Rokua, Oulujärvi ja Oulujokilaakso muodostavat Rokua Geoparkin Muhoksen, Utajärven ja Vaalan alueelle. Jäsenyyden uskotaan lisäävän alueen kiinnostavuutta ja vetovoimaa matkailijoille, sekä mahdollisuuksia elinkeinoelämälle toimia kansainvälisellä tasolla (Metsähallitus 2010; Rokua Geopark

2017). Geopark -verkoston jäsenyydestä on kiinnostunut viisi aluetta Suomessa. Lapin Golden Geopark projektin aihe liittyy kullankaivun historiaan Ivalojoen ja Lemmenjoen alueilla. Saimaan Geopark hankkeen teema on järvi- ja ranta-alueiden maiseman geologinen kehitys. Pohjois-Karjalaan suunnitteilla oleva Karelian Geopark -projekti käsittelee Suomen kaivoshistoriaa. Etelä-Pohjanmaalle, Pohjankangas-/Kauhaneva-/Lauhanvuori-alueelle sijoittuu vasta alkuvaiheessa oleva hanke, jonka aiheena on suoluonto. Uusin ehdokas on Lahden ja Salpausselkien alueelle suunnitteilla oleva geopark (Nenonen 2015: 134).

Geomorfologiset erityiskohteet (*geomorphosites*), lyhyemmin geomorfologiset kohteet, ovat osa geosuojelua, joka tapahtuu kohteiden luonnollisessa syntymisympäristössä (in situ). Toisin kuin geologisilla kohteilla (*geosites*), niillä ei välttämättä ole merkittäviä tieteellisiä arvoja, mutta niiden muut arvot kuten visuaaliset, opetukselliset, kulttuuriset tai matkailulliset arvot ovat merkittäviä yhteiskunnalle (Panizza 2001, Brilha 2016). Käsité ei ole ehtinyt vielä vakiintua, sillä geomorfologisten kohteiden tutkimus on suhteellisen nuorta. Osa tutkijoista esimerkiksi Brilha (2016: 120) käyttää myös termiä geodiversiteetin kohteet (*geodiversity sites*) tarkoittaen geomorfologisia kohteita. Vuosina 2001-2005 perustettiin Kansainvälisen Geomorfologisen Yhdistyksen (IAG) työryhmä, joka keskittyi teorian analyysiin, geomorfologisten kohteiden määrittelyyn ja niiden arviointimenetelmien kehittämiseen (ks. Panizza & Piacente 2005: 3-10, Reynard & Panizza 2005: 177-180). Tutkimusryhmä panostaa edelleen monialaiseen tutkimukseen ja tekee yhteistyötä geosujeluun ja geomatkailuun erikoistuneiden toimijoiden kanssa, erityisesti geoparkien kanssa (Giusti 2010: 123-120).

3. Luontomatkailu

Fennel:n (1999) mukaan matkailulla tarkoitetaan liikkumista oman arkiympäristön ulkopuolelle rajoitetussa ajassa eli alle yksi vuosi kotimaan ulkopuolella ja alle puoli vuotta kotimaan rajoissa. Matkailu liittyy useimmiten virkistäytymiseen ja vapaa-aikaan, joiden pohjana toimivat henkilökohtaiset syyt. Matkailu käsittää myös mm. pyhiinvaellus-, opinto-, työ- ja terveystmatkat. Liikkuminen oman arkiympäristön ulkopuolelle on alueellinen ilmiö, joka perustuu lähtöalueiden, kohdealueiden ja niitä yhdistävien reittien kokonaisuuteen. Useissa matkailualan julkaisuissa (mm. Fennel 1999: 3) on siteerattu Leiperin matkailusysteemin mallia, joka toimii viitekehyksenä matkailun elementtien ymmärtämiselle. Malli muodostuu matkailijoista, matkailijoiden lähtöalueesta, kohdealueesta, matkailualan toimijoista sekä matkailureiteistä, joita pitkin matkailijat siirtyvät lähtöalueelta kohdealueelle ja takaisin (liikkuminen). Turismi on eräs matkailun muoto. Luontomatkailu on nykyään yksi nopeimmin kasvavista matkailuilmiön osa-alueista (ks. Saarinen 2002, Fennel 2003, Huhtala ym. 2004). Käsitykset luonnonmatkailusta vaihtelevat kuitenkin eri tutkijoiden välillä, eikä löydy yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää (ks. Järviluoma 2001). Tässä tutkimuksessa luontomatkailu luokitellaan sellaiseksi matkailumuodoksi, jossa luonnonympäristö on primäärinen vetovoimatekijä. Sen takia, että tämän muodon matkailu liittyy niin tiivistä luontoon, voidaan sitä lähestyä sekä matkailullisesta että luonnontieteellisestä näkökulmasta. Luontomatkailun motiivien tunnistaminen osoittaa, että koskematon luonto ja sen kauneus ovat tärkeimpiä vetovoimatekijöitä. Kyseessä on siis lähtöalueen kokeminen ja matkakohteen houkuttelevuus (Saarinen 1997: 55). Luonnon käyttö matkailuun sijoittuu yleensä alueille, joilla on luonnonsuojelullista arvoa. Tämä aina aiheuttaa jälkiä ja voi heikentää luontoresurssin arvoa. Kestävä matkailu on vaihtoehtoinen ratkaisu luonnonsuojelun ja matkailun intressien ristiriidalle (Aho 2005: 80).

3.1 Kestävä matkailu ja geomatkailu

Matkailulla on iso kapasiteetti eli tuotantokyky tuottaa merkittäviä sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia ympäristöön. Jo 1930 luvulla huomattiin matkailusta johtuvat ongelmat ja alettiin miettiä, onko tulevaisuudessa mahdollista toteuttaa matkailua. Syntyi tarve vaikutusten kontrollointiin (Saarinen 2006). Ensimmäiset arvioinnit olivat paikkakohtaisia eikä niitä voinut soveltaa muihin paikkoihin. Ympäristötietoisuus matkailussa nojasi silloin pelkästään kantokykyyn. Vaikutusten arviointi kasvoi ajan myötä keskeiseen rooliin matkailututkimuksessa. Siihen on ollut vahvoja perusteita kuten matkailijoiden kasvava määrä ja yleisesti ihmisten kasvava määrä, uhattujen kulttuureiden heikkenevä asema, luonnon tuho sekä häviävät liikkumisen esteet, mikä nopeuttaa siirtymistä paikasta toiseen (Saarinen 2006). 1980 luvulla alkoi syntyä vihreän matkailun ilmiö ja vuonna 1987 otettiin käyttöön kestävän kehityksen määritelmä. Vuodesta 1992 lähtien määriteltiin hallitusten vastuu kestävän kehityksen toiminnasta (Saarinen 2006: 1122). Kestävän kehityksen pääperiaatteisiin kuuluvat tulevaisuus, oikeudenmukaisuus ja kokonaisvaltaisuus, eli se että kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa. Kestävä kehitys turvaa nykyiset ja tulevat tarpeet. Kestävä kehitys koostuu myös kolmesta integroidusta osiosta: ekologisesta, sosiokulttuurisesta ja ekonomisesta osiosta. Matkailussa tapahtuvat muutokset sekä kiinnostus matkailusta johtuvien vaikutusten kontrolloinnista, aiheuttivat kestävän kehityksen pääperiaatteiden ja osien liittämisen matkailututkimukseen. Näin syntyi kestävän matkailun virtaus, jonka ideana on löytää ratkaisu massamatkailun aiheuttamiin ongelmiin (Fennel 1999: 10-15, Saarinen 2006). Kestävä matkailu keskittyy pääasiassa paikallisten tarpeisiin, turistien tarpeisiin eli tyytyväisyyteen, luonnollisen ympäristön suojeluun ja toimialan elinkelpoisuuteen (Fennel 1999: 10-15). Kestävä matkailu ei tuhoa ympäristöä eikä paikallista kulttuuria, vaan huolehtii niiden säilyttämisestä. Se ohjaa matkaliikennettä näin, että paikallinen luonto ja kulttuuri ovat esillä ja toimivat vetovoimatekijöinä, mutta se samalla minimoi niiden resurssien kuluttamista. Kestävä matkailu arvioi resursseja, niiden kuluttamista, paikan kantokykyä sekä matkailun negatiivisia ja positiivisia vaikutuksia ja kannustaa kestävän kehityksen ideoita (Saarinen 2006: 1124-34, Farsani ym. 2012: 5-13). Kestävä matkailu voi olla luontomatkailua tai tietoisuuden elementtiä sisältävää ekomatkailua, jonka tarkoituksena on suojella ympäristöä tuhosta ja olla

kuluttamatta luontoa (Fennel 1999: 39-40, 47). Nykyään se on kuitenkin enemmän markkinointia kuin realistista toimintaa. Kestävään matkailuun liittyy kestävän matkailijan käsite. Oletetaan, että se on itsenäinen matkailija, joka on ympäristötietoisempi ja harrastaa matkailua eri tavalla (vaihtoehtoinen matkailu) kuin massamatkailijat (Fennel 1999: 54-57).

Eräs luontomatkailun muoto, joka kasvattaa matkailijoiden tietoisuutta paikallisen luonnon resursseista, kulttuurisesta identiteetistä sekä geodiversiteetin suojelusta ja sen kestävästä käytöstä on geomatkailu (ks. Farsani ym. 2012). Geomatkailu tarjoa palveluita, jotka tukevat geologisten ja geomorfologisten perintöressurssien hyödyntämistä opetuksessa, virkistystoiminnassa ja matkailussa sekä niiden arvostusta ja sosiaalista käyttöarvoa (Zwoliński & Stachowiak 2012: 100). Geomatkailu keskittyy myös luonnon esteettisiin puoliin (National Geographic Society 2005). Geologisen perinnön mainostaminen toteutuu toimintasuunnitelmien avulla, joihin kuuluvat geomarkkinointi ja tuotteet kuten muun muassa geomuseot, geourheilu, georetkeily ja georavintolat. Geomatkailu tukee myös paikallista tuotantoa sekä ekonomista kehitystä, sektoriin työllistymisen avulla ja luomalla eri sektoreiden yhteistyötä (Farsani ym. 2012: 43-51).

Alueen hyvinvoinnin säilyttämiseen tarvitaan geodiversiteettiin panostettua ympäristötietoisuutta sekä oikein ohjattua geomatkailun kehittämistä. Kiinnostus geodiversiteetin suojelusta on syntynyt jo vuonna 1819 Edinburghissa, jossa kaivostoiminta vaikutti kaupungin maiseman huononemiseen. Silloin aloitettiin ensimmäisiä laillisia toimenpiteitä maiseman suojelemiseksi. Vuonna 1836 Saksassa perustettiin maailman ensimmäinen geologisen luonnon suojelualue (Gray 2004: 4-5). Analysoimalla geomatkailun periaatteita voi huomata, että ne limittyvät suurimmassa osassa kestävän matkailun tavoitteisiin. Geomatkailu ja kestävä kehitys ovat tiiviisti sidoksissa toisiinsa ja molemmat pohjautuvat geodiversiteettiin. Tämän takia elottoman luonnon suojelu sekä kestävän matkailun kokonaisvaltainen suunnittelu on erittäin tärkeää (Hose 2016: 4-9).

3.2 Ulkoilun merkitys ja luonnon virkistyskäyttö

Luonto on tärkeä virkistäytymisympäristö. Suomalaisista 97 % harrastaa liikkumista luonnossa (Sievänen & Karjalainen 2008: 232). Luonnossa ulkoilu virkistää ja rentouttaa, kohottaa kuntoa sekä edistää mielenterveyttä, tarjoamalla ainutlaatuisia kokemuksia. Luontoon liittyy myös paljon kulttuurisia ja symbolisia arvoja, jotka saattavat toimia vetovoimatekijöinä (Karjalainen & Verhe 1995: 17). Jensenin (1999) mukaan viime aikoina ihmisen tarpeet ovat muuttuneet. Nykyään matkailukokemuksen lisäksi etsitään jotain merkitsevämpää, jolla on jotakin lisäarvoa eli elämyksiä. Kaikki matkailuelämykset ovat kokemuksia, mutta kaikki matkailukokemukset eivät ole elämyksiä (ks. Saarinen 2001). Elämykset välittyvät eri aistien kautta, mikä tekee luonnosta kiinnostavan havaintoympäristön. Varsinkin kohteen visuaalisella esteettisyydellä on tärkeä rooli (ks. Tuohino & Pitkänen 2002).

Luonnon virkistyskäyttö on laaja käsite, joka sisältää luonnossa tapahtuvan vapaa-ajan toiminnan eli ulkoilun ja motorisoidun liikkumisen. Siihen kuuluvat: uinti, marjojen ja sienten poiminta, retkeily ja telttailu, sekä ulkona liikkuminen jalan, pyörällä, veneellä ja siihen verrattavilla tavoilla (Pouta & Heikkilä 1998: 7). Alueet, jotka ovat erityisesti tarkoitettu näille aktiviteeteille kutsutaan virkistysalueeksi. Ne voivat rajoittua taajamiin tai ulottua niiden ulkopuolelle laajemmiksi ulkoilu- ja retkeilyalueiksi kuten muun muassa kansallispuistoiksi ja ulkoilureiteiksi (Pouta & Heikkilä 1998: 12).

3.2.1 Ulkoilureitit ja luontopolut

Ulkoilureitit eli kartalle ja maastoon merkityt, ulkoiluun tarkoitetut väylät ovat välttämättömiä kaikilla virkistysalueilla. Ne ohjaavat ulkoilijoita kiinnostaviin kohteisiin, myös virkistysalueiden ulkopuolelle. Eräretkeilyreitti, retkeilyreitti, lähireitti ja luontoreitti (luontopolku) oheispalveluineen, kuten levähdys- ja yöpaikat, tutustuttavat ulkoilijoita luontoon, lisäävät ympäristötietoisuutta, edistävät luonnonsuojelua sekä opettavat arvostamaan luontoa (Pouta & Heikkilä 1998: 14, 16).

Luontopolku esittelee luontoa, joka on tyypillinen ympäröivälle alueelle. Polku voi olla ohjeistettu joko esittelytaulujen tai opasvihon avulla, ja sillä on yleensä tietty teema (Pouta & Heikkilä 1998: 65). Itse luontopolku ei välttämättä lisää mahdollisuuksia liikkua luonnossa sen takia että Suomessa saa liikkua vapaasti kaikilla luonnonalueilla. Luontopolun tehtävänä on kuitenkin toimia vetovoimatekijänä luontomatkailuun. Se on tapa osoittaa kohteen virkistyskäyttöä, ohjata retkeilijöitä turvallisesti alueen kiinnostavimpiin kohteisiin sekä välittää tietoa paikallisesta ympäristöstä. Luontopolku on ideologisesti melko voimakas työkalu ja sitä pidetään arvossa (Maula 1993: 19-21).

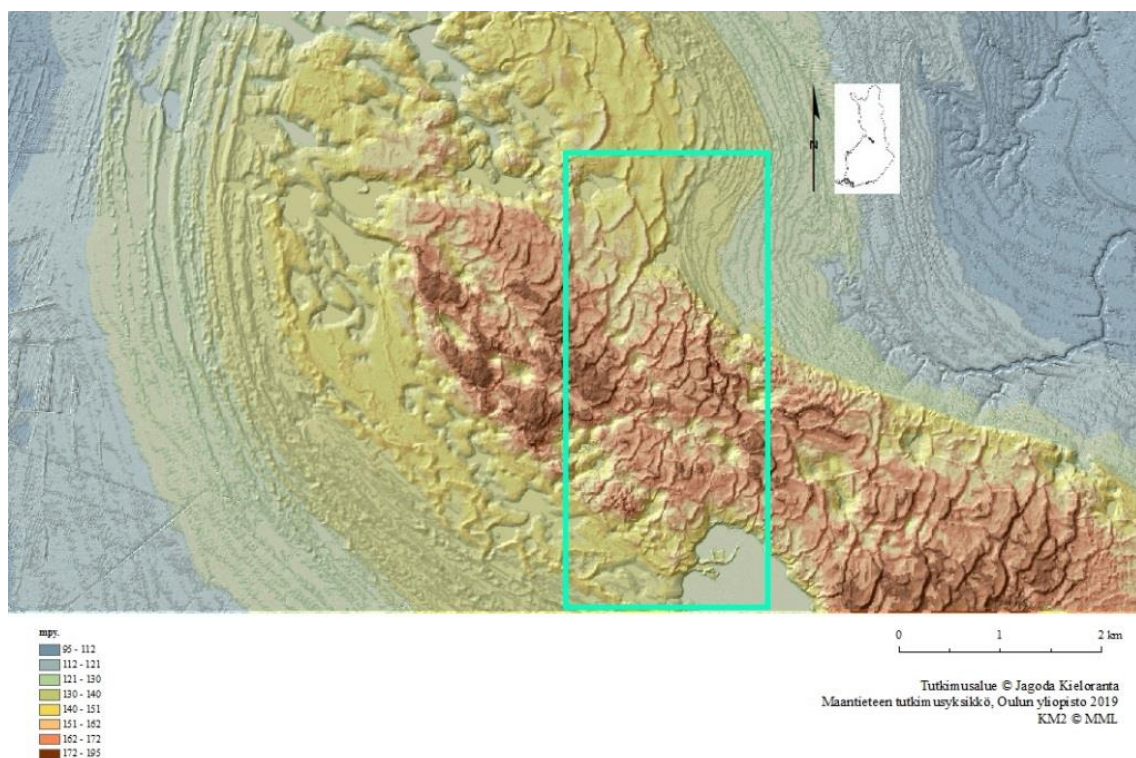
3.2.2 Luontopolut Suomessa yleisesti

Suomen ensimmäinen luontopolku avattiin Kollilla 12.7.1896 (KLM 2019). Vuonna 1948 julkaistussa Kotiseututyön oppaassa (Aaltonen 1963: 110-112) korostettiin historiallisten ja luonnonnähtävyyksien tärkeyttä kotiseutuidentiteetin kannalta. Oppaassa ei ole mainittu nykytyyppisistä opastein varustetuista luontopoluista vaan suositeltiin opasvihkojen käyttämistä polulla liikkumisen aikana. Vuonna 1979 Espoossa laadittiin ensimmäisen kerran yleissuunnitelma, joka sisälsi luonnokset 18 luontopolun rakentamisesta yhden kunnan alueelle (Aia 2014: 5, 10). Ajan myötä luontopoluista on tullut yleinen retkeilypalvelu, joka kuuluu kunnallisten vapaa-ajan peruspalveluiden joukkoon. Sen lisäksi luontopolkuja löytyy myös luonnonsuojelualueilta sekä kansallispuistoista. Valtakunnallisen liikuntapaikkarekisterin mukaan Suomessa on noin 6500 kilometriä luontopolkuja, ulkoilureittejä, kuntoreittejä sekä ratsastus- ja pyöräreittejä. Kokonaismäärä voi olla kuitenkin suurempi koska luontopolkuja tekevät myös erilaiset pienet yhdistykset, minkä takia osa voi olla vain paikallisten tiedossa. Lisäksi Metsähallitus ylläpitää noin 7500 km erilaisia retkeilyreittejä ja luontopolkuja (Eränkö ym. 2015: 24).

4. Tutkimusalue

Rokua Geopark sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakunnissa ja ulottuu Oulujärven luoteispuolelle Vaalan, Utajärven ja Muhoksen kuntien alueelle noin 80 km kaakkoon Oulusta. Geopark koostuu kolmesta aluekokonaisuudesta: Oulujokilaaksosta, Oulujärvestä ja Rokuasta, joka kattaa yhteensä 1 326 km² laajuisen alueen (Krökki & Okkonen 2011). Rokua on noin 20 km pitkä ja 5 km leveä harju- ja dyynikompleksi, joka on Suomen suurin ja merkittävin tuuli- ja rantakerrostuma-alue (Florek ym. 1987: 124, Mäkinen ym. 2011: 32). Kokonaisuus on osa harjujaksoa, joka alkaa Hailuodosta ja jatkuu Manamansalon ja Sotkamon kautta Ilomantsiin asti. Alue kohoaa suolakeuksien keskeltä korkeimmillaan 193,7 m merenpinnan tason yläpuolelle (Aartolahti 1973). Rokuan etelälaidalla sijaitsee 8,8 km² laajuinen Rokuan kansallispuisto, joka on perustettu vuonna 1956 suojelemaan alueen herkästi kuluva luontoa (Veteläinen 2017). Rokua on geologisesti arvokas alue, jossa toteutetaan kestävä kehitystä edistäviä suunnitelmia, sekä tieteellistä ja kasvatuksellista toimintaa. Rokua on maailman pohjoisin Geopark.

Tutkimusalue (kuva 1) käsittää Rokuanvaaran ja osittain Rokuanjärven alueen Opastuskeskus Supasta 2 km itään ja 4,5 km etelään, yhteensä 9 km². Aluetta rajaa pohjoisessa Rokuantie ja etelässä Maitolamminkankaan harjulaajentuman rinne. Idässä tutkimusalue ulottuu Haimakaisenmonttuun sekä Rokuanjärven länsirannikkoihin asti ja lännessä Pookivaaran itäosiin.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti Rokualla, joka on noin 20 km pitkä ja 5 km leveä harju- ja dyynikompleksi.

4.1 Geologia ja geomorfologia

Rokuanvaaran ainutlaatuisuus johtuu siitä, että alueen ominaispiirteet ovat kehittyneet erityisen voimakkaasti. Nykyään näkyvissä olevat pinnanmuodot muodostuivat jääkauden jälkeisen kehityksen seurauksena, kun vaara-alue kohosi saarena merestä. Maankohoamisen johdosta syntyneen harjusaaren monimuotoinen maisema muovautui veden virtauksen, aallokon ja tuulen toiminnasta sekä massaliikuntojen vuoksi (Aartolahti 1973:5, Koutaniemi 1986: 159). Rokuanvaara nousee jyrkästi ympäröivästä maastosta 140-145 m korkeuteen merenpinnasta (Hoppa 2008: 9). Rokuanvaaraa ympäröivillä soistuneilla alangoilla esiintyy rantavallimuodostumia sekä syviä raviinejä ja jyrkkärinteisiä laaksoja (Aartolahti 1973: 35, Koutaniemi 1986: 160, Florek ym. 1987: 125, Hoppa ym. 2008: 10-11). Alueelle tyypilliset harjukuopat eli supat sekä jyrkkäsivuiset kummut muodostuivat, kun suuret jäälohkareet hautautuivat harjun hiekkaan jääkauden aikana (Hoppa 2008: 9).

Aartolahden (1973: 35) mukaan Rokuanvaaran alueesta voi erottaa kolme geomorfologisesti erilaista vyöhykettä. Varsinaisella harjualueella yleisimpiä muodostumia ovat muinaiset rantadyynit, parabelidyynit, kame-maastot sekä syvät supat, joista vain pieni osa on järvivesien peittämiä (Aartolahti 1973: 35, Florek ym. 1987: 124). Syvimmat supat sijaitsevat harjumuodostuman keskiosissa. Pinta-alaltaan Suomen suurin suppa Syvyydenkaivo on noin 50 m syvä (Hoppa ym. 2008: 8). Rokuan dyynikenttä harju- ja dyynimuodostumineen on Suomen tunnetuimpia dyynialueita (Hoppa ym. 2008: 14), joka koostuu jopa 300 yksittäisestä dyynistä (Jalas 1953: 3, Florek ym. 1987). Harjujaksolle on kerrostunut suuria määriä lajittunutta maa-ainesta viimeisen mannerjäätikön reunan vetäytyessä. Alueen kallioperä on peittynyt kokonaan jopa 70 m:n paksuisella hiekkakerroksella ja itse kallioperä on sedimenttikiveä, joka sisältää runsaasti hienoa hiekkaa ja silttiä. Syy suureen hiekkamäärään on jäätikön reunan tasainen vetäytyminen, jolloin sulamisvedet kuljettivat lajittunutta maa-ainesta jäätikön edustalla olleeseen veteen (Florek ym. 1987: 124).

4.2 Ilmasto, hydrologia ja kasvillisuus

Rokuan alueen vuoden keskilämpötila on 2 – 2,5°C ja sademäärä noin 550-650 mm vuodessa, minkä perusteella alueen ilmasto lasketaan mantereiseksi (Helminen 1987: 5, 9, Solantie 1987: 19). Vuodessa on 145-150 päivää, kun vuorokauden keskilämpötila on yli +5°C (terminen kasvukausi) (Viitamäki & Rouvinen 2002: 46). Lumipeite säilyy yleensä noin 170 päivää, sekä jää muodostuu Rokuanjärvelle keskimäärin loka- ja marraskuun vaihteessa ja kestää toukokuun alkuun asti (Jalas 1953: 3-8). Yleisesti ottaen Rokuan ilmasto ei poikkea lähialueiden ilmastosta (Aartolahti 1973: 6).

Rokuan harjuaalue koostuu 30:sta yli yhden hehtaarin kokoisista järvistä tai lammista sekä pienistä joista ja puroista. Suomen järviin suhteutettuina alueen järvet ovat keskisyviä tai syviä (Viitamäki & Rouvinen 2002: 46-56, Hoppa ym. 2008: 12-13). Alueen järvisyysprosentti nousee Oulujärveä päin yhdestätoista yli kahteenkymmeneenviiteen prosenttiin. Oulujärvi (928 m²) kattaa ison osan Rokua Geopark -alueesta (Kuusisto 1986: 14-15). Alueen järvet kuuluvat Oulujoen

vesistöalueeseen, lukuun ottamatta Rokuanjärveä, joka on osa Siikajoen vesistöaluetta (Heikkinen & Väisänen 2007: 8). Järvet ovat usein vähäravinteisiä ja kirkasvetisiä. Suoalueilla esiintyy humuspitoisempia järviä. Rokuan järvien ja lampien vedenkorkeus riippuu yleensä pohjaveden korkeudesta (Hoppa ym. 2008: 12-13).

Hämet-Ahtin (1988: 1) mukaan Rokuan alue luokitellaan keskiboreaaliseen metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen, jossa kasvillisuutta edustaa pohjoisen ja eteläisen kasvillisuusvyöhykkeiden lajit (Aartolahti 1973: 6-7). Topografiset vaihtelut ja ekspositio luovat eroja kasvuolosuhteisiin ja määrittelevät mitkä kasvilajit menestyvät (Jalas 1953: 26). Etelärinteillä, joissa ovat suotuisemmat lämpö- ja säteilyolosuhteet, menestyvät eteläiset lajit kuten esimerkiksi kalliokieli (*Polygonatum odoratum*). Yksittäisiä pohjoisia ja itäisiä lajeja kuten muun muassa niittysuolanheinä (*Rumex acetosa*) esiintyy tasaisella maalla sekä pohjoispuoleisilla rinteillä. Luultavasti karun mikroilmaston takia syvimmissä suppakuopissa ei kasva puita ollenkaan (Koutaniemi 1986: 159-161). Rokuan alueen ainutlaatuinen karu ilme johtuu kuivasta maaperästä. Hiekkainen pohjamaa ei pysty pitämään ravinteita ja vettä kasvien ulottuvilla, ja syvällä kulkeva pohjavesi lisää epäsuotuisia kasvuolosuhteita (Koutaniemi 1986: 159-161). Kasvit kuitenkin ovat sopeutuneet paikallisiin olosuhteisiin. Puusto koostuu pääosin männystä (*Pinus sylvestris*). Alueen erikoisuus, ravinnerikkaat paisterinteet sijaitsevat harjujen etelä-, lounais- ja kaakkoisrinteillä. Valon ja lämmön aiheuttama voimakkaampi rapautuminen, eroosio ja karikkeen maatumisen rikastavat maaperää, minkä seurauksena paisterinteillä kasvaa runsaasti katajaa (*Juniperus communis*) sekä lehtipuita, kuten rauduskoivua (*Betula pendula*) (Krökki & Hilli 2006a). Pohjakerros ja kenttäkerros koostuvat pääasiassa jäkälästä ja harvoista varvuista. Kasveista yleisimpiä ovat muun muassa kanerva (*Calluna vulgaris*), variksenmarja (*Empetrum nigrum*) ja puolukka (*Vaccinium vitisidaea*). Rokualla on erittäin runsaasti jäkälää (kuva 2), sillä porolaidunnus loppui 1800-luvulla (Krökki & Hilli 2006a). Puunkorjuu ja maastoa kuluttava alueen hallitsematon virkistyskäyttö ovat uhkia jäkälän kasvuille (Koutaniemi 1986: 159-161, Krökki & Hilli 2006b).



Kuva 2. Jäkälänkankaat Rokualla (valokuva Jagoda Kieloranta 15.9.2018).

4.3 Rokua matkailualueena

Rokuan matkailullinen profiili nojaa luonnon- ja kulttuuriperintöön. Alue on ympärivuotinen teemalomailun ja vapaa-ajan viettokohde, jossa on panostettu erityisesti hyvinvointi- ja ohjelmapalveluiden tasoon sekä luontomatkailuun. Palveluja kuten opastus, Geopark -konseptiin sopiva koulutustarjonta sekä hyvinvointiosaaminen ovat tuotteistettu ja nostettu kansainväliselle tasolle (Master Plan 2020: 22). Matkailualueen noin 70 km latuja sekä 57 km retkeilyreittejä ja polkuja muodostavat hyvän verkoston palveluineen. Reittien varrelta löytyy erilaisia taukopaikkoja kuten autiotupia, laavuja ja kotia, sekä Rokuan historiaa ja luontoa esitteleviä opastetauluja (Krökki & Toukila 2004: 6-7). Reitit ovat vaikeusasteeltaan helppoja tai keskivaativia. Alueen suositeltavia

lähtöpisteitä ovat Pitkäjärven ja Pookin pysäköintialueet, Rokua Health & Spa ja Rokuahovi –hotellit sekä Opastuskeskus Suppa, josta saa tarvittavaa tietoa ja matkailupalveluita. Rokua tarjoaa kolme eripituista luontopolkua: Harjupolku (2,5 km), geologinen luontopolku Rokuasydän (8 km) sekä maisemallinen Pookin polku (4 km). Rokuanvaaran suosituimpien nähtävyyksien ja luontokohteiden kautta kulkee myös 19 km pituinen Keisarinkierros -retkeilyreitti (Metsähallitus 2018). Rokualla on myös sopiva ympäristö maastopyöräilylle, kalastukselle, uinnille sekä marjastukselle ja sienestykselle (Krökki & Toukila 2004). Alue tarjoaa sekä retkihihtolatuja helppoissa ja keskitasoisissa maastoissa, että vaativampia kilpahiihtolatuja. Kesällä 2017 avattiin Rokuan alueella noin 24 km pituinen virallinen maastopyöräilyreitti.

4.3.1 Yleiskaava ja infrastruktuuri

Luontoon pohjautuva alueen vetovoima tuottaa kuitenkin haasteita. Rokuan alueen maasto on erittäin herkkä matkailun aiheuttamalle kulutukselle (Krökki & Toukila 2004: 7). Kun maaperää suojaava kasvillisuus ja jäkäläkankaat vaurioituvat liiallisen matkailun seurauksena, sateet ja tuuli kuljettavat helpommin hienoa harjuhiekkaa, mikä johtaa voimakkaaseen maaperän eroosioon. Geoparkin tehtävänä on siis säilyttää karuja metsätyyppejä ja herkkiä jäkäläkankaita sekä ohjata kasvava matkailijamäärä näin, etteivät arvokkaat alueet kärsisi (Krökki & Toukila 2004: 21). On erittäin tärkeää, että jäkäläköt saisivat kehittyä rauhassa.

Muhoksen, Utajärven ja Vaalan kuntien yhteisenä projektina on ollut Rokuan yleiskaavan, sekä siihen kuuluvan Rokuan matkailualueen suunnittelu (Kemiläinen 2003: 3). Kaavassa on pyritty noudattaa kestävän kehityksen periaatteita liikkumisen ohjaamisella, toimijoiden sijoittelulla ja muilla kaavanmääräyksillä, muun muassa kestävän kehityksen lohkojen avulla (Kemiläinen 2003: 28). Yleiskaava sisältää erilaisia vyöhykkeitä, joiden avulla pyritään suojelemaan luontoa. Vyöhykkeet ohjaavat palveluiden rakentamista ja virkistyskäyttöä. Syrjävyöhykkeessä yritetään säilyttää ympäristö mahdollisimmin luonnontilaisena. Siihen kuuluu koko kansallispuisto sekä 130 ha laajuinen alue Kirvesjärven lounaislaidalla, yhteensä 980 ha. Rokualla on neljä

virkistysvyöhykettä: pohjoinen, Pitkäjärven, Talvilahden sekä Pookin virkistysvyöhykkeet, joiden yhteispinta-ala on 292 ha. Sinne ohjataan kävijöitä opastuksen ja palveluiden avulla. Pieni (3 ha) mutta valtakunnallisesti merkittävä kulttuurihistoriallinen ympäristö Keisarintien varrella kuuluu kulttuurivyöhykkeeseen (Hoppa ym. 2008: 22). Rokuan matkailualueen maisema koostuu myös rakennetusta ympäristöstä varsinkin alueen länsiosissa, mökkiasetuksesta järvien rannoilla sekä metsäautoteistä. Yleiskaavan suunnittelun tarkoituksena on ollut luoda Rokuan matkailualueelle monipuolinen kokonaisuus palveluineen (Krökki & Toukila 2004: 6-7).

5. Tutkimusaineisto ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa analysoidaan Maanmittauslaitoksen (MML) laserkeilaustekniikalla tuotettua maastomallia hyödyntäen rinnevarjostusta (*hillshade*). Tulokinnan pohjalta pisteytetään geodiversiteettikohteita soveltaen Bruschin ja Cendreron (2005), Pralong:n (2005), Kubalikovan (2013) sekä Brilhan (2016) geodiversiteettielementtien arviointia Rokua Geoparkin erityispiirteisiin sopivaksi. Tutkimus nojaa Grayn (2013) geodiversiteetin määritelmään.

Maanmittauslaitoksessa käytetään laserkeilaustekniikkaa valtakunnallisen korkeusmallin tuotannossa. Tekniikka perustuu kohteiden etäisyyden mittaamiseen laserkeilaimesta lähetetyn pulssin avulla. Laserkeilausta tehdään helikopterista tai lentokoneesta käsin yleensä 2000 m korkeudesta. Keilaimen asento ja sijainti on selvitettävä satelliittipaikannusjärjestelmän (GPS) avulla, jotta kohteen koordinaatit (sijainti ja korkeus) voidaan laskea (Nenonen ym. 2010). Kolmas tarvittava parametri on aika, joka kuluu pulssin lähettämisen ja heijastetun paluukaiun vastaanottamisen välillä. Keilaimen sensori mittaa myös paluukaiun intensiteetin eli voimakkuuden. Riippuen siitä, mihin laserpulssi osuu, paluupulsseja voi tulla useampi yhtä lähetettyä pulssia kohden (Laaksonen 2009). Tällä tavoin muodostuu kolmiulotteinen pisteaineisto eli pistepilvi. Jokaisella pisteellä on oma koordinaattitieto X, Y ja Z. Aineiston keskimääräinen pistetiheys on vähintään 0,5 pistettä/m². Aineistoa hyödynnetään pääasiassa valtakunnallisen korkeusmallin tuottamisessa (KMTK 2016).

Korkeusmalli (*DEM Digital Elevation Model*) on maastomallin tärkein elementti, joka sisältää korkeustiedot. Se on numeerinen esitys maanpinnan muodoista. Itse maastomalli ei pelkästään kuvaa maanpintaa, vaan sisältää myös tietoa rinteiden kaltevuudesta tai maan peitteestä. Kolmas, laserkeilauksen myötä käyttöön tullut termi, on maanpinnan päällisiä kohteita kuvaava pintamalli (*DSM Digital Surface Model*) (Nenonen ym. 2010). Korkeusmalli voi olla, joko rasteri- tai vektorimuotoinen. Maanmittauslaitos tuottaa laserkeilaukseen perustuvia korkeusmallirastereita KM2 (2 m hila) sekä Maastotietokannan korkeuskäyriin perustuva korkeusmallia KM10 (10 m hila) (KMTK

2016). KM2 on maanpinnan korkeutta merenpinnasta kuvaava korkeusmalli, jonka ruutukoko on 2 m x 2 m. Sitä tuotetaan vuodesta 2014 lähtien kahdessa laatuluokassa. Laatuluokan I korkeusmalli (tarkkuus 0,3 m) lasketaan keväällä tehdyistä laserkeilauksista ja laatuluokan II malli (tarkkuus 0,3 – 1,0 m) lasketaan kesällä suoritetuista laserkeilauksista. I laatuluokan aineiston laskennan parantamiseen hyödynnetään ilmakuvia ja tarkastetaan manuaalisesti. Korkeuslukemat ovat N2000-järjestelmän mukaisia, ilmaistu metreinä ja ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa (KMTK 2016).

5.1 Korkeusmallin tulkinta ja geodiversiteettikohteiden inventointi

Tässä tutkimuksessa geodiversiteettikohteiden kartoitus tutkimusalueelta suoritettiin Maanmittauslaitoksen korkeusmallin KM2 käsittelyn avulla ArcGIS 10.6 -ohjelmistossa sekä geomorfologisen kartan ja maastokartan avulla. Tutkimusalueen tunnistetut geodiversiteettikohteet kirjattiin Excel taulukkoon myöhempää arviointia varten sekä merkittiin työkartalle tarkastusta varten. Tutkimusalue sijaistaa MML:n aineiston kahden ruudun alueella, joten ensin piti yhdistää ruudut yhdeksi rasteriksi ja sitten leikata aineistosta sopivan kokoinen alue.

Korkeusmallin tulkinnassa käytettiin rinnevarjostusta eli hillshade -tekniikkaa. Se on erittäin hyvä keino korostaa korkeusmallin pieniäkin korkeuseroja. Tekniikka perustuu maiseman valaisemiseen kuvitteellisella auringolla tietystä atsimuuttikulmasta (Azimuth: 0-360 astetta) ja korkeudesta (Altitude: 0-90 astetta). Lopputuloksena on rasterimuotoinen taso, joka kuvastaa valoa maisemassa, tummasta (arvo 0) kirkkaaseen (arvo 255). Rinnevarjostusta kannattaa pitää portaattomana. Hillshade-rasteri toimii hyvin maaston topografiaa visualisoitaessa, jos se asetetaan osin läpinäkyvänä alkuperäisen, korkeusmallin päälle (Antikainen ym. 2015). Tutkimuksessa korkeustasot on luokiteltu 9-10 m välein. Auringon korkeuskulmana on käytetty 45 astetta ja suunnat erilaiset, riippuen geodiversiteettikohteen sijainnista. Elevaatiokulmaa on korotettu Z-kertoimella = 3, sillä se toimii Rokualla parhaiten.

Tarkemman tiedon saamisen kannalta, maastotutkimus paikan päällä tukee kaukokartoitusmenetelmiä (Demek 1972: 41) ja korkeusmallin ennakkotulkinta auttaa maastossa liikkumista. Brilha (2016) suosittelee suorittamaan esivalinnan osana inventointia. Tässä tutkimuksessa esivalinnan tarkoituksena oli saada selville, kuinka paljon geodiversiteettikohteita löytyy arvottavaksi, sekä niiden potentiaalin tunnistaminen. Muodostumat käytiin läpi muodostumatyypeittäin ja arvioitiin kohteita laadullisesti kolmen kriteerin mukaan kahdesta näkökulmasta (taulukko 1). Molemmissa tapauksissa oli pohdittava kohteiden sijaintia ja siihen liittyviä mahdollisia riskejä oppilaan ja matkailijan kannalta. Kohteiden pitäisi olla helposti tunnistettavia ja ymmärrettäviä erilaisille oppilasryhmille (opetuksellinen arvo, OA), sekä visuaalisesti kiinnostavia matkailijoille (matkailullinen arvo, MA) (Brilha 2016: 124-125).

Taulukko 1. Geodiversiteettikohteiden laadullisen arvioinnin kriteerit.

(OA) Geodiversiteettikohteet, joilla on opetuksellista arvoa	(MA) Geodiversiteettikohteet, joilla on matkailullista arvoa
opetuksen potentiaali, eli elottoman luonnon monimuotoisuus	tulkinnallinen potentiaali, eli maisemallisuus
saavutettavuus	saavutettavuus
turvallisuus	turvallisuus

Visuaalisessa arvioinnissa käytettiin Ulrich:n (1983) asettamia kriteereitä ihmisten mieltymyksistä luonnonmaisemien suhteen. Ne voidaan jäsentää seitsemään ominaispiirteisiin:

- monimuotoinen maisema, jossa on runsaasti erilaisia elementtejä
- järjestäytynyt monimuotoisuus, eli näkymässä huomiota kiinnittävä kohta
- syvyysvaikutelma maisemassa
- liikkumiskelpoisuus, jonka mahdollistaa tasainen maanpinta ja kasvillisuus
- maiseman kaartuvat linjat, jotka antavat vaikutelman siitä, että odotettavissa on lisää maisemallista informaatiota
- vesielementti mukana maisemassa
- uhkaavien elementtien puute maisemassa.

Varsinaisessa inventoinnissa täsmennettiin esivalittujen geodiversiteettikohteiden rajaukset. Inventointiin otettiin pääsääntöisesti maastossa erottuvia muodostumia ja jossain määrin niiden valintaan vaikutti myös maisemallisuus. Maastosta tunnistetut kohteet sekä olemassa olevat opastetaulut kirjattiin ylös, tarkastettiin visuaalisesti ja osa dokumentointiin valokuvilla. Alueeseen tutustuttiin alustavasti syksyllä 2016 sekä kesällä 2017 ja maasto-osuus tutkimusta varten suoritettiin syksyllä 2018. Inventoinnin tavoitteena oli kartoituksen täydentäminen ja vertailu todelliseen maisemaan. Maasto-osuus aloitettiin tutkimusalueen luoteisosasta, josta vähitellen siirryttiin kohti itää ja etelää Maitolamminkankaan alueelle asti. Rajoitetun ajan takia vain osa muodoista tarkistettiin ja loput samantyyppisistä muodoista tulkittiin löydettyjen kohteiden perusteella. Maastossa liikuttiin kompassin ja maastokartan avulla. Korkeusmallin tulkinnan, inventoinnin ja pisteyttämisen pohjalta laadittiin tutkimusalueeseen liittyvä sanallinen yleiskuvaus geopolun suunnittelua varten.

5.2 Pisteytysmenetelmä

Geomorfologisten kohteiden pisteyttäminen tarkoittaa kvantitatiivisten arvojen määrittämistä mahdollisimman luotettavasti ja objektiivisesti (Pereira ym. 2007: 159). Subjektiivisuutta ei kuitenkaan voida kokonaan poissulkea. Arvojen luokittelu riippuu tutkimuksen tarkoituksesta, sekä tutkijan näkökulmasta. Esimerkiksi Gray (2004: 65-132) erottaa kulttuuriset, esteettiset, ekologiset, geoperinnölliset ja intristiset (itseisarvot) arvot, kun taas Sharples (1995: 38) ottaa huomioon vain kolmea viimeisintä arvoa. Bruschi ja Cendrero (2005) esittivät menetelmän geomorfologisten kohteiden abstraktisten arvojen mittaamisesta. He luokittelevat arvot itseisarvoihin, käyttöarvoihin ja suojeluarvoihin, sekä keskittyvät sopivien indikaattoreitten ja niitä kuvaaviin kriteereitten valintaan (Bruschi & Cendrero 2005: 294-295). Joskus matkailupotentiaalin arvio luokitellaan taloudellisten arvojen osaksi (Bruschi & Cendrero 2005) tai sitä pidetään itsenäisenä arvona (Brilha 2016). Brilha (2016) luokittelee opetuksellinen ja tieteellinen arvo kahteen eri ryhmään, kun taas Pralong (2005) asettaa ne samaan ryhmään. Indikaattoreitten ja kriteereitten asettamisessa on myös selvät erot riippuen tutkijasta. Tämän takia eri menetelmien vertailu, sopivien kriteereitten valinta ja niiden

soveltaminen tutkimukseen nähdään tarpeelliseksi. Brilha (2016: 129-131) määrittelee geodiversiteettikohteiden opetuksellista arvoa 12 indikaattorin perusteella, joita kuvaavat omat kriteerit (1-4). Matkailulliselle arvolle hän asettaa 13 indikaattoria, joista 10 on päällekkäisiä opetuksellisen arvon indikaattoreitten kanssa (haavoittavuus ihmiseen toimintaan, saavutettavuus, käytön rajoitukset, turvallisuus, logistiikka, asutuksen tiheys, yhteys muihin arvoihin, maisemallisuus, ainutlaatuisuus, havainto-olosuhteet). Sen lisäksi jokaiselle indikaattorille on määrätty tietty paino, mikä tekee menetelmästä monimutkaisen. Perusteet tietyn painon määrittämiselle jäävät tässä menetelmässä epäselväksi. Pralong (2005) esitteli yksityiskohtaisen menetelmän, jonka mukaan arvot jaotellaan neljään kategoriaan: maisemallisiin, tieteellisiin/opetuksellisiin, kulttuurisiin ja taloudellisiin arvoihin. Jokaista kategoriaa varten on asetetut omat indikaattorit ja niitä kuvaavat kriteerit. Tässä menetelmässä matkailullinen arvo (V_{tour}) määräytyy neljästä muusta osa-arvosta: maisemallisesta (V_{sce}), tieteellisestä/opetuksellisesta (V_{sci}), kulttuurisesta (V_{kult}) ja taloudellisesta (V_{eco}). Nämä osa-arvot taas määräytyvät 5-6 indikaattoreitten mukaan (esim. $V_{\text{sce}} = (\text{Sce}_1 + \text{Sce}_2 + \text{Sce}_3 + \text{Sce}_4 + \text{Sce}_5) / 5$), joita selittää viisi kriteeriä lukuina nollasta yhteen. Tätä on pidetty tähän mennessä yhtenä parhaimpana menetelmänä (Kubalikova 2013) geodiversiteettikohteiden arvottamiseen geomatkailua varten, vaikka siinäkin on omat ongelmakohdat.

Tässä tutkimuksessa arvottamista varten asetettiin kriteerit geomorfologisiin (OA) sekä matkailullisiin (MA) perustein, kiinnittäen erityisesti huomiota kestävän matkailun periaatteisiin. Oma pisteytysmenetelmä on kehitetty José Brilhan menetelmän (2016) perusteella, muokaten ja hyödyntäen muitakin menetelmiä (Bruschi & Cendrero 2005; Pralong 2005; Mäkinen ym. 2007; Kubalikova 2013) Rokualle sopivaksi ja alle 10 km geopolun suunnitteluun soveltuvaksi.

Taulukko 2. Geodiversiteettikohteiden opetuksellisen arvon kriteerit.

Opetuksellinen arvo				
Indikaattori Kriteeri	Yleisyys	Selkeys	Geomorfologinen monipuolisuus	Saavutettavuus
	Alueellisesti harvinainen (2)	Helposti tunnistettava muodostuma ja/tai prosessi (2)	Eri-ikäisten muodostumien päällekkäisyys – muiden glasiaalisten tai postglasiaalisten prosessien synnyttämät muodostumat (2)	<1 km parkkipaikalta tai asfaltti- /soratieltä (2)
	Alueellisesti melko yleinen (1)	Kohtalaisen hyvin muodostunut kohde (1)		1 – 3 km parkkipaikalta tai asfaltti- /soratieltä (1)
	Alueellisesti yleinen (0,5)	Vaikeasti tunnistettava muodostuma (0)	Ei päällekkäisyyttä – ei muiden glasiaalisten tai postglasiaalisten prosessien synnyttämiä muodostumia (0)	>3 km parkkipaikalta tai asfaltti- /soratieltä tai tieyhteyden puute (0)
Yhteensä	0,5-2 pistettä	0-2 pistettä	0-2 pistettä	0-2 pistettä

Opetuksellinen arvo (taulukko 2) perustuu geomorfologisiin piirteisiin ja käytännön asioihin. Se koostuu neljästä indikaattorista, joista jokainen perustuu kahteen tai kolmeen kriteeriin. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei voitu selvittää Rokuan pinnanmuotojen yleisyyttä Suomen luonnontieteellisten maakuntien tasolla. Tämän takia arvottamisessa on otettu huomioon muodostumien alueellinen levinneisyys, eli onko kohteen esiintyminen tutkimusalueella harvinaista vai yleistä (0,5-2 pistettä). Jos muodostumia on yli 5, kohde on pidetty alueellisesti yleisenä. Nollaa pistettä ei kuitenkaan anneta yleisyyden takia, sillä opetuksellisesta näkökulmasta itse muodostuman olemassa olo on huomioitava. Yksi piste annettiin, jos muodostumia on Rokualla muutama (3-5 kohdetta) ja kaksi pistettä, jos muodostuma on harvinainen (1-2 kohdetta). Arvio perustuu osittain Rokua Geopark Application 2009 -hakemukseen. Kohteen selkeys on arvoitettu sen perusteella, kuinka hyvin sen ulkomuoto on muodostunut ja tuottaako sen tunnistaminen maisemasta ja korkeusmallista ongelmia. Hyvin muodostunut, helposti tunnistettava muodostuma sai kaksi pistettä. Kohtalaisen hyvin muodostunut kohde sai yhden pisteen. Muodostumat, joita oli hyvin hankalaa tunnistaa, saivat nolla pistettä. Määritettäessä

merkitystä opetuskohteena on huomioitu kohteen kiinnostavuus sen geomorfologisten piirteiden perusteella (0-2 pistettä). Geomorfologisesti kiinnostava muodostuma on tiedon lähde aikaisemmista luonnonoloista ja geologisista prosesseista, joiden seurauksena muodostuma syntyi ja muuttui ajan myötä. Eri-ikäisten muodostumien päällekkäisyys antaa kohteelle lisäarvoa (Mäkinen ym. 2007: 16). Arvokas hyvin kehittynyt kohde, jossa esiintyvät muiden glasiaalisten tai postglasiaalisten prosessien synnyttämiä muodostumia, kuten muun muassa suppia, deflaatiomuotoja, sulamisvesiuomia tai erikoisia kasvuympäristöjä, kuten paahderinteitä, sai kaksi pistettä. Kohde ilman muiden glasiaalisten tai postglasiaalisten prosessien synnyttämiä muodostumia, sai nolla pistettä. Etäisyys ajokelpoisista teistä vaikutti kohteen saavutettavuuteen. Helposti saavutettava kohde sai kaksi pistettä, melko hyvin saavutettava sai yhden pisteen ja vaikeasti saavutettava sai nolla pistettä.

Taulukko 3. Geodiversiteettikohteiden matkailullisen arvon kriteerit.

Matkailullinen arvo				
Indikaattori Kriteeri	Maisemallisuus	Havainnon olosuhteet	Valmis infrastruktuuri	Kulutusriski
	Eritäin edustava muodostuma (2)	Ei esteitä (2)	<0,1 km etäisyydessä (2)	
	Melko edustava muodostuma (1-1,5)	Joitakin esteitä tarkkailussa (1)	0,1-0,5 km etäisyydessä (1)	
	Muodostuman olemassaolo ei hahmotu selkeästi (0-0,5)	Tarkkailua häiritseviä esteitä (0)	>0,5 km etäisyydessä (0)	Ei ole (0)
				On (-1)
Yhteensä	0-2 pistettä	0-2 pistettä	0-2 pistettä	-1-0 pistettä

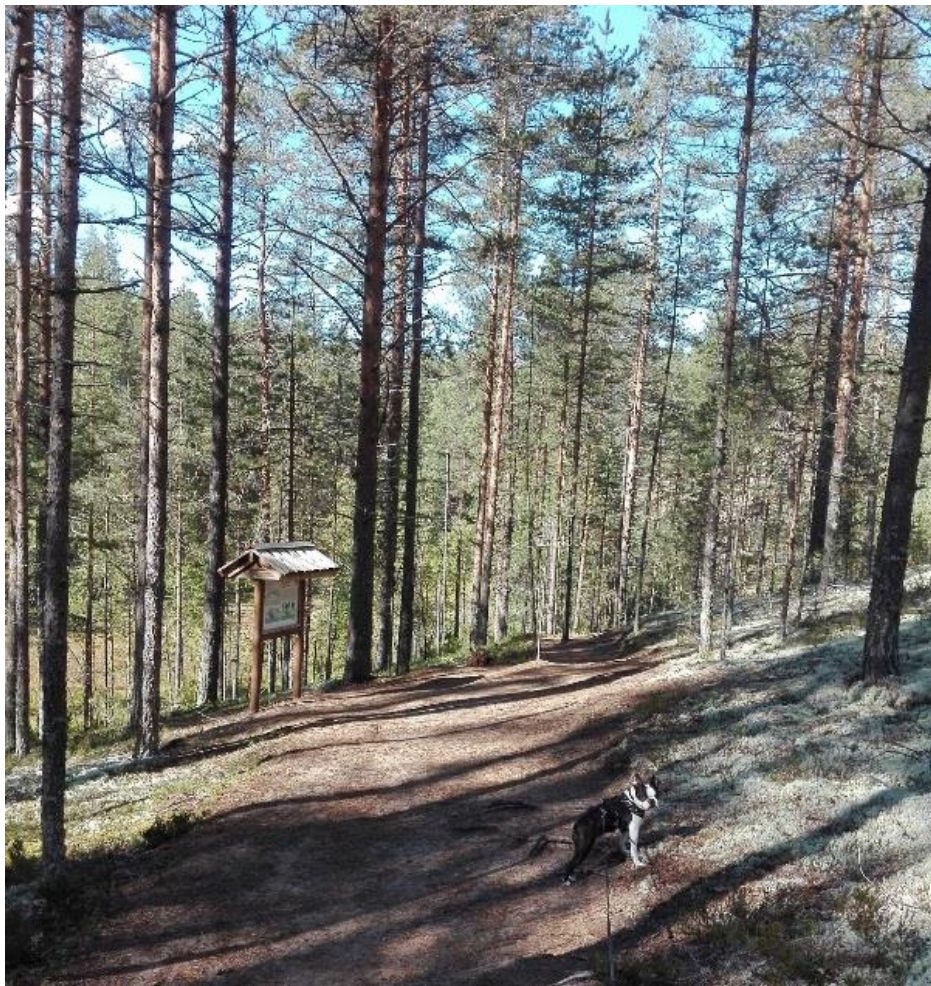
Matkailullinen arvo (taulukko 3) perustuu visuaalisiin piirteisiin sekä kestävän matkailun periaatteisiin. Maisemallisen arvon pisteyttäminen sisältää usein arvioijien subjektiivisia kannanottoja (Husa & Teeriaho 2012: 11), joten objektiivisuus on varsin vaikeaa. ”Kauniiseen maisemakuvaan” viitataan kuitenkin itse maa-aineslain 3 §:ssa, mikä tarkoittaa, että yleisesti on tiedossa käsite maisemallisista arvoista. Määritettäessä

maisemallista arvoa otettiin huomioon kohteen edustavuus, jota sääntelee syvyysvaikutelma (0,5 pistettä), terävyyttä antava vesistöraja (0,5 pistettä) ja tavallisen maastossa kulkijan huomiota kiinnittävä ulkomuoto (1 piste). Mitä selkeämmin muodostuma tai alue erottuu maisemassa, sitä arvokkaampi se on (Mäkinen ym. 2007: 20). Jos muodostuman olemassaolo ei hahmotu selkeästi sen koon tai loivapiirteisyyden takia, kohde sai nolla pistettä. Erittäin hyvin erottuvat muodostumat, joilla on myös vaikutusta alueen ainutlaatuisuuteen, saivat kaksi pistettä. Havainnon olosuhteisiin vaikuttaa lähiympäristön esteettisyys (0-2 pistettä). Se määräytyy maisemaelementtien monipuolisuuden (topografinen vaihtelevuus: 1 piste) ja kauas ulottuvien näköalojen (näkyvyyden avoimuus: 1 piste), sekä ihmistoiminnan voimakkuuden pohjalta. Geodiversiteettikohteiden tarkkailua häiritsevät esteet eivät lisää pisteiden määrää (0 piste). Alueen arvotuksessa virkistyskäyttötoiminnan kannalta on huomioitu arvokkaiden muodostumien etäisyys olemassa olevista majoitus- ja ruokailupaikoista, retkeilyreiteistä, tauko- ja nuotiopaikoista. Maaston kulkukelpoisuus myös vaikutti pisteytykseen. Eniten pisteitä sai muodostuma, joka sijaitsee alle 0,1 km päässä taukopaikasta ja johon pääsemiseen voi hyödyntää olemassa olevaa polkua (2 pistettä). Kohde, joka sijaitsee 0,1-0,5 km etäisyydessä taukopaikasta tai retkeilyreitistä, sai yhden pisteen. Jos pääsy muodostumaan luokse vaati rakentamista, eikä lähellä (>0,5 km) sijaitse muita polkuja, taukopaikkoja, annettiin 0 piste. Geopolun suunnittelussa yritettiin hyödyntää valmiita rakenteita noudattaen kestävän matkailun periaatteita. Pisteytyksessä on myös otettu huomioon kohteen herkkyys vaurioitumiseen. Siihen vaikuttavat olennaisesti kohteen sijainti ja maa-aines. Luonnonmatkailusta johtuvalle kulutukselle alttiimmat kohteet saivat yhden pisteen vähemmän. Tällaisia muodostumia on tarkoitus suojella matkailun vaikutuksesta.

5.3 Suunnittelun periaatteet

Hyvän suunnittelun tavoitteena on luoda tuote, joka auttaa matkailijoita iästä ja yleiskunnosta riippumatta liikkumaan turvallisesti ja esteettömästi luonnossa. Perusteellinen suunnittelu ehkäise myös monia rakentamisen ja tuotteistamisen virheitä, joita ei välttämättä onnistu korjata jälkeenpäin. Vaellusreittien suunnitteluoppaan (Rautiainen 2003) mukaan jokaisen reitin suunnittelu alkaa nykytila-analyysillä, johon

kuuluu alueen vetovoimatekijöiden, palveluiden ja rakennetun ympäristön tilan sekä maaston kuvaus. Analyysi käsittelee myös luontopolun käyttötarkoituksen ja potentiaaliset asiakasryhmät. Reitin vetovoimaisuus ja asiakaskokemuksen laatu paranevat, jos reitin läheisyydessä sijaitsee matkailukohteita. Suunnittelussa kannattaa huomioida liittymät niistä kohteista reitille. Riittävästi paikoitustilaa ja opastetauluja vaikuttaa myös reitin saavutettavuuteen. Viitoitus reittien alku- ja risteytyspaikoissa, reitin merkitseminen maastoon symbolien ja värimerkkien avulla sekä opastetaulut (kuva 3) rohkaisevat ja ohjaavat ulkoilijoita oikeaan suuntaan ilman onnettomuusriskejä (Karjalainen & Verhe 1995: 21).



Kuva 3. Opastetaulu Rokuansydän -luontopolun varrella. Tutkimusalueelta ei löydy opastetauluja, joten esittelytaulujen suunnittelua ja sijoittamista uuden geopolun varrelle nähdään tarpeelliseksi (valokuva Jagoda Kieloranta 15.9.2018).

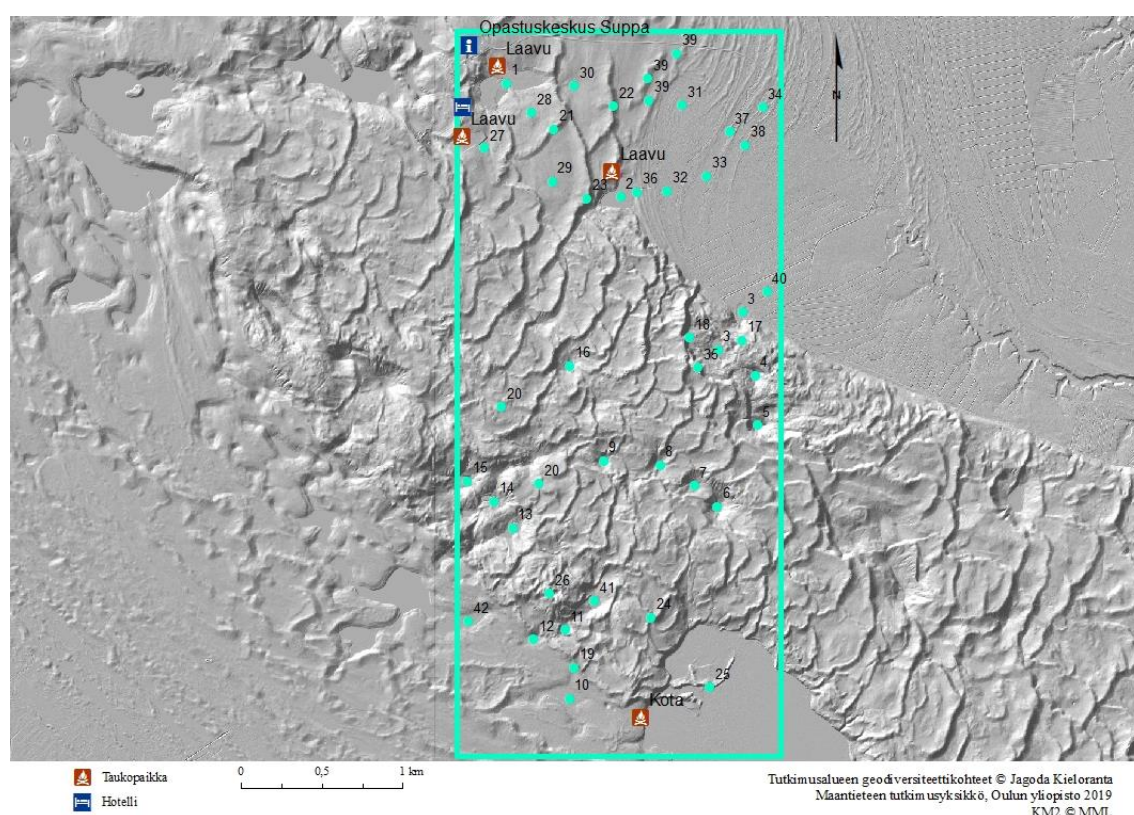
Reittien varrella olevien opaste- ja rastitaulujen tarkoituksena on esitellä välittömässä läheisyydessä sijaitsevaa aluetta tai kohteita. Tauluissa käytettyjen symbolien tulisi olla Suomen Standardoimisliiton standardin SFS 4424 (ulkoilun ja liikunnan merkit) mukaisia (Rautiainen 2003). Hyvä esittelytaulu herättää kiinnostusta ja sitä on helppo lukea. Niiden sijoittelussa huomioidaan lähestymissuunta sekä luontopolun pituus (Kuusiniva & Järviluoma 2010: 15). Lyhyillä poluilla esittelytauluja voi sijoittaa tiheämmin kuin pidemmällä poluilla (Pouta & Heikkilä 1998: 65).

Alustava polun linjaus korkeusmallin tulkinnan, inventoinnin ja pisteytyksen tuloksien perusteella tehdään maastokartalle, josta näkyy vesistöt, maaston muodot ja luontokohteet. Lopullinen luontopolun linjaus tehdään vähintään maarakennusalan ammattilaisen kanssa. Luontopolun toteuttaminen vaatii rakentamistoimien ja kunnostamisen suunnittelua, jotta minimoida reitin ja palveluvarustuksen rakentamisen kuluttavaa vaikutusta luontoon (Pouta & Heikkilä 1998: 66). Maastoon suunnitelluille rakennuksille, rakenteille ja taukopaikoille on haettava rakennuslupa sekä luvat maanomistajilta. Esteetön reitti mahdollistaa liikuntarajoitteisten, ikääntyvien, näkövammaisten tai pienten lasten kanssa kulkevien henkilöiden liikkumisen luonnossa ja sen suunnittelu asettaa lisää vaatimuksia (Rautiainen 2003).

6. Tulokset

6.1 Korkeusmallin tulkinnan ja inventoinnin tulokset

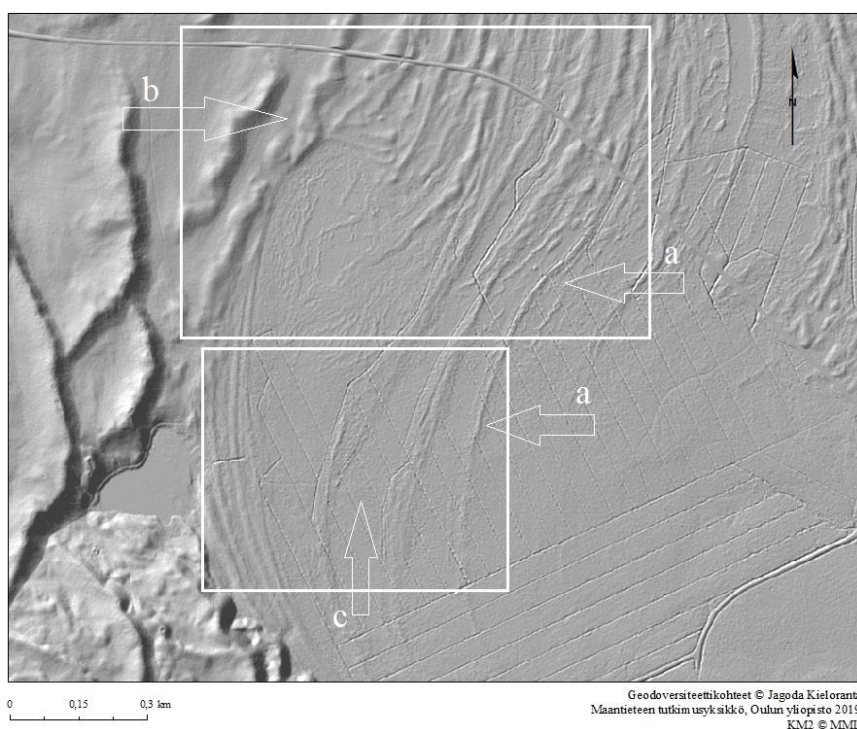
Inventoinnin ja korkeusmallin tulkinnan seurauksena löytyi 42 kohdetta (kuva 4). Muodostumien rajautuminen vesistöihin, soihin tai harjuihin voidaan nähdä korkeusmalliaineistosta suoraan, mikä helpottaa suurimittakaavaisten kohteiden hahmottamista.



Kuva 4. Geodiversiteettikohteiden sijainti tutkimusalueella.

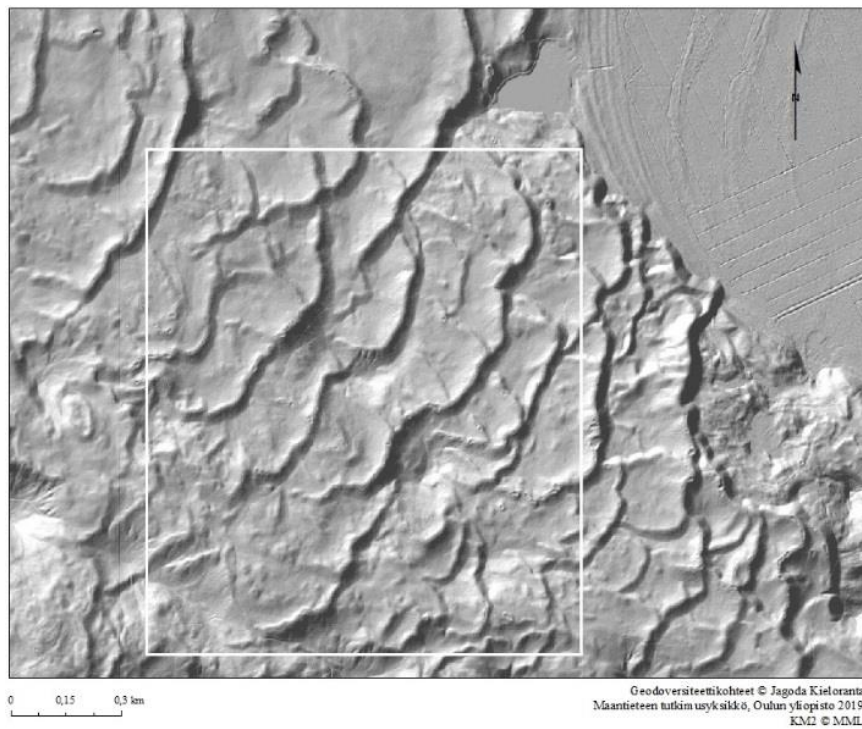
Asetukset varjostukselle riippuivat siitä, mitä haluttiin korostaa. Rantamuodostumat näkyvät hyvin korkeusaineistossa. Rantavallien (kuva 5a) havainnointi maastossa on helpointa Opastuskeskus Supasta Nuojualle johtavan tien varressa, jossa tuhansien vuosien aikana aallot muodostivat portaittain alenevia jään ja tuulen muovaamia rantavallien sarjoja. Saavuttaessa tutkimusalueelle idästä Nuojualta, vastaan tulevat

ensimmäisenä matalat rantavallit, sitten maaston kohotessa paikoin voimakkaastikin dyyniäntyneitä suurempia rantadyynivalleja (kuva 5b). Pisimmät näistä hiekkaselänteistä ovat muutaman kilometrien pituisia. Rokualla pääosa satavasta vedestä suodattuu maakerroksen läpi pohjavedeksi ja purkautuu ympäröiville alueille muodostuman liepeillä soistuneiden tihkuvyöhykkeiden kautta (Tervo 2012). Tämä näkyy pitkinä kapeina suokaistaleina rantavallien välisissä painanteissa Loukkojärvestä koilliseen (kuva 5c).

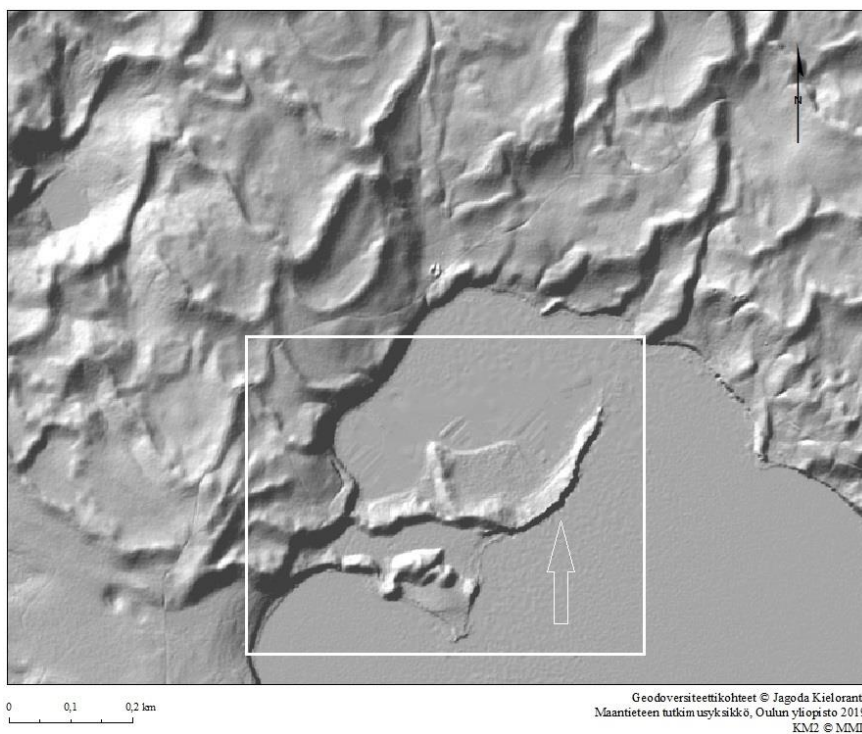


Kuva 5. Rantavallit (a), rantadyynivallit (b) ja soistuneet painanteet (c) Loukkojärven läheisyydessä.

Tutkimusalueen suhteellisen säännölliset paraabelidyynit ovat suunnilleen pohjois-eteläsuuntaisia, joten korkeusmallissa lännen suunnalta tuleva valo muodostaa selkeät varjot. Dyynit ovat jo suurimmalta osin metsittyneet, kuten Kolmosten ja Maitolammen välissä sijaitseva Mustavaaran dyynikenttä. Tämä vaikeuttaa Rokuan muodostumien hahmottamista maastossa. Loukkojärveltä johtavaa Keisarinkierros -retkeilyreittiä ympäröivät dyynit (kuva 6), joista eteläisin muodostaa Rokuanjärven niemen. Piirainniemen paraabelidyyni (kuva 7) on poikkeuksellisesti alueen useampiin dyyneihin verrattuna länsi-itäsuuntainen.

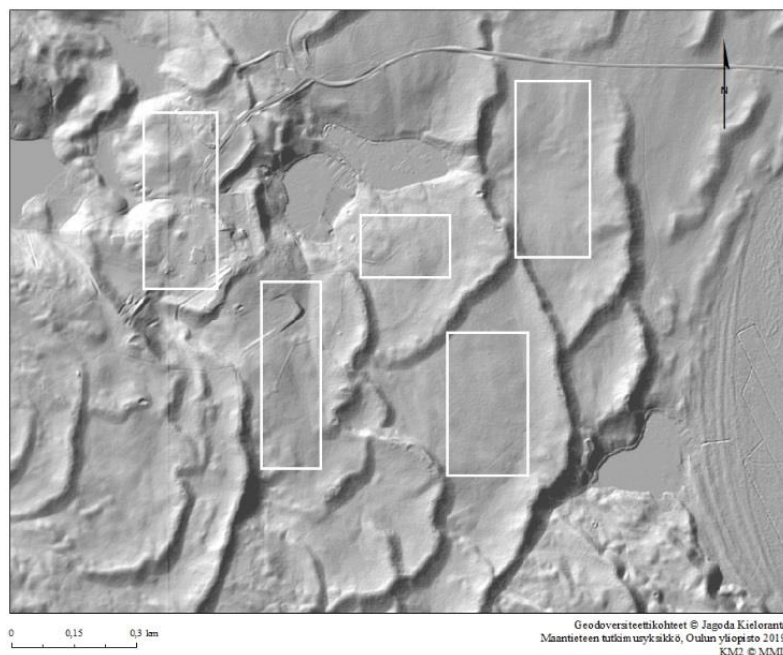


Kuva 6. Dyynikenttä tutkimusalueen keskiosissa.

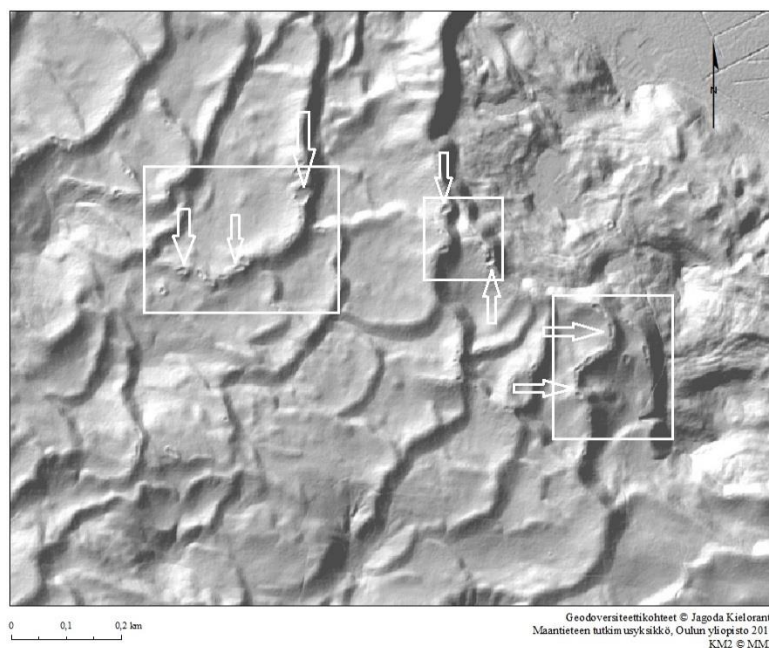


Kuva 7. Piiranniemi Rokuanjärvellä.

Dyynien välimaastoon syntyi deflaatiopintoja, kun tuuli kasasi hiekan dyyneihin. Suurimmat deflaatioaltaat (kuva 8) sijaitsevat Opastuskeskus Supan läheisyydessä ja ovat osittain matkailuun liittyvän infrastruktuurin peittämiä (hotelli, laavu, mökkejä). Pienet deflaatiopainanteet esiintyvät myös Siirasvaarojen dyynien lakialueilla (kuva 9).

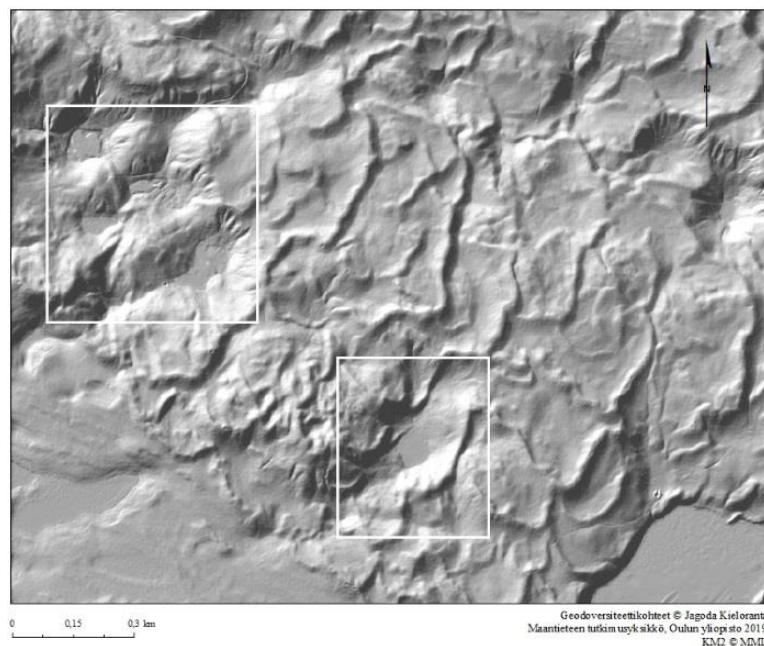


Kuva 8. Deflaatioaltaat Opastuskeskus Supan läheisyydessä.

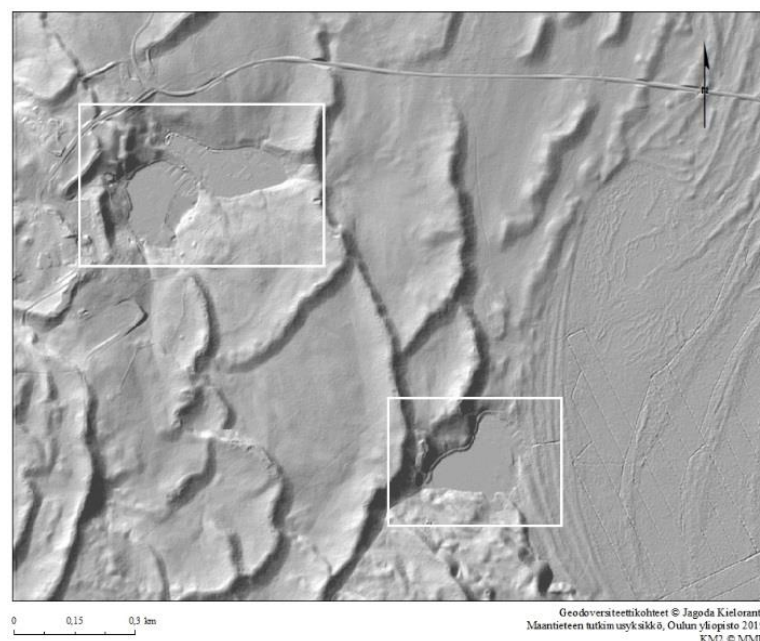


Kuva 9. Deflaatiopainanteet Siirasvaarojen dyynien lakialueilla.

Tutkimusalueen keskiosissa hiekkainen maasto vaihtelee korkeista dyyneistä syviin suppakuoppiin, joissa pohjaveden pinta saavuttaa maanpinnan. Ne näkyvät Maitolammen ja Kolmosten (kuva 10) tavoin pieninä lampina tutkimusalueen lounais- ja eteläosissa tai järvinä, kuten Jaakonjärvet ja Loukkojärvi tutkimusalueen pohjoisosissa (kuva 11).

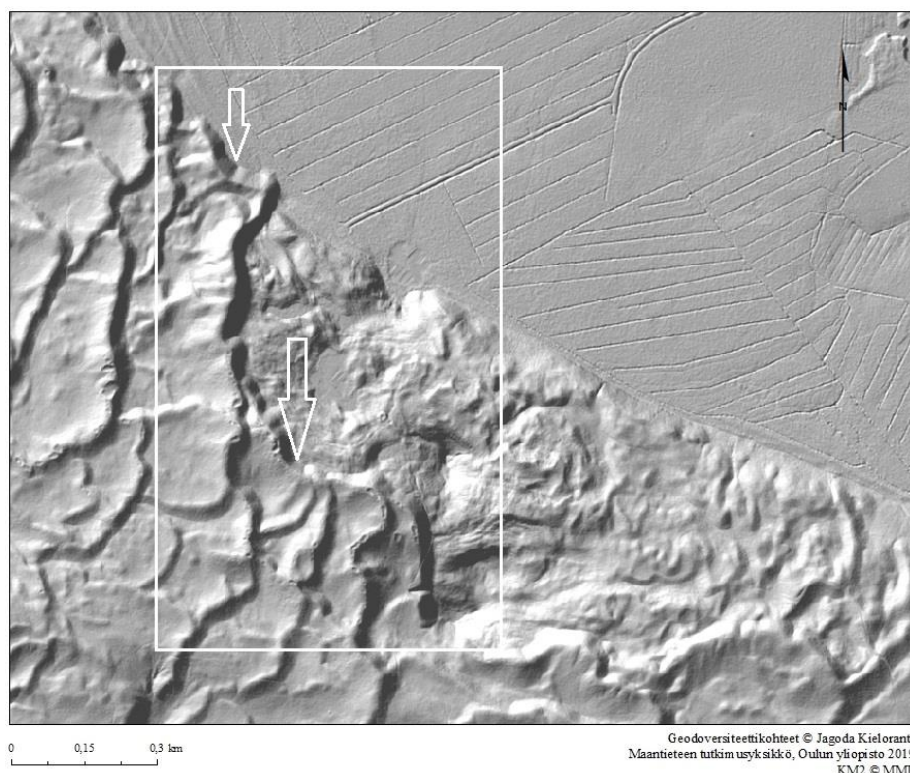


Kuva 10. Suppajärvet: Kolmoset (vas.) ja Maitolampi (oik.).



Kuva 11. Suppajärvet: Jaakonjärvet (vas.) ja Loukkojärvi (oik.).

Jyrkkärinteinen porras, joka jatkuu Loukkojärveltä itään viivasuorana, muodostaa Rokuan pohjoisreunan. Rinne osoittaa muinaisen jäätikkölahden reunan hetkellistä sijaintia. Jään kontaktirinteen korkeustaso nousee portaan kohdalla 20-30 m ja erottuu varsinkin hyvin Siirasjärvillä (kuva 12).

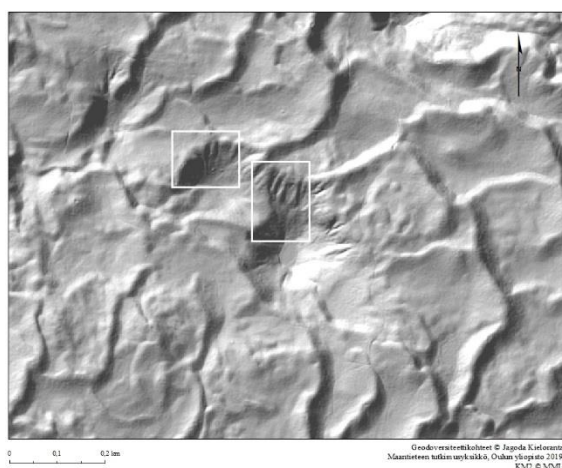


Kuva 12. Rokuan harjulaajentuman pohjoinen rinne.

Siirassuon eteläpuoleisen kumpumoreenialueen ja Pookivaaran itäosissa sijaitsevan kame-maaston tarkastelussa kaikki olemassa olevat Maanmittauslaitoksen sekä Geologian tutkimuskeskuksen selvitykset ja kartoitukset olivat tarpeen, koska nämä muodostumat erottuvat melko huonosti korkeusaineistosta.

Dyynit ja suppakuopat ovat yleisesti ottaen suotuisia geomorfologisia muodostumia paahdeympäristöjen kehittymiseen. Tämä johtuu vaihtelevista rinnesuunnista, vettä läpäisevästä ja eroosiolle herkästä maaperästä, sekä harvasta, herkästi palavasta ja kuluvasta kasvillisuuspeitteestä (kuva 13). Paahdeympäristöt ovat geomorfologisille kohteille sijoittuvia kasvupaikkoja tai metsätyppejä, ei varsinaisesti geomorfologisia muotoja. Tutkimusalueen puuttomien paahteisten etelärinteiden mallintaminen

korkeusaineistossa on havainnollisin kaakosta tulevalla valolla (valaistu rinne) tai luoteesta tulevalla valolla (varjostettu rinne). Apuna tulkinassa on käytetty myös Maanmittauslaitoksen tuottamia ilmakuvia (kuva 14). Näissä paikoissa ilmakuvista havaitsee selvästi joko paljaan hiekan tai jäkälän valkohohtoisen värin kirkkaina laikkuina. Tutkimusalueella niitä löytyy enimmäkseen suppakuoppien ja dyynien etelään ja kaakkoon aukeavilta rinteiltä.



Kuva 13. Haimakaisenmontun paahderinteet (korkeusmalli).



Kuva 14. Haimakaisenmontun paahderinteet (ilmakuvan ja korkeusmallin yhdistelmäkuva).

6.2 Pisteytyksen tulokset

Taulukoissa 4 ja 5 on lueteltu tutkimusalueen geodiversiteettikohteiden pistemäärä ja jokaisen kohteen opetuksellinen ja matkailullinen keskiarvo. Tässä tutkimuksessa suositaan kohteen keskiarvoa Pralongin (2005) menetelmän mukaisesti. Jos yksittäisen kohteen arviointi oli hyvin hankalaa, pisteytettiin kokonaiset muodostuma-alueet. Tutkimuksen selkeyden takia kartoitetut muodostumat jaoteltiin niiden primäärisen muodostumisprosessin mukaan, vaikka ne voivat olla monien prosessien yhteisvaikutuksen tulosta.

Taulukko 4. Tutkimusalueen geodiversiteettikohteiden opetuksellisen arvon pisteytys.

			OPETUKSELLINEN ARVO				
GENEESI	NUMERO	KOHDE	INDIKAATTORI				KESKIVARVO
			Yleisyys	Selkeys	Geomorfologinen monipuolisuus	Saavutettavuus	
Glasigeeniset muodostumat	1	Suppajärvi: Jaakonjärvet	1	2	2	2	1,8
	2	Suppajärvi: Loukkojärvi	1	2	2	2	1,8
	3	Suppajärvi: Siirasjärvet	1	2	2	1	1,5
	4	Suppakuoppa	0,5	1	0	1	0,6
	5	Suppakuoppa	0,5	1	0	1	0,6
	6	Suppakuoppa: Haimakaisenmonttu	0,5	2	2	2	1,6
	7	Suppakuoppa	0,5	2	2	2	1,6
	8	Suppakuoppa	0,5	1	0	1	0,6
	9	Suppakuoppa	0,5	1	0	1	0,6
	10	Suppajärvi: Maitolampi	1	2	2	2	1,8
	11	Suppakuoppa	0,5	1	0	2	0,9
	12	Suppakuoppa	0,5	2	2	2	1,6
	13	Suppajärvi: Kolmoset	1	2	2	1	1,5
	14	Suppajärvi: Kolmoset	1	2	0	1	1,0
	15	Suppajärvi: Kolmoset	1	2	0	1	1,0
	16	Suppakuoppa	0,5	2	0	1	0,9
	17	Siirasvaarojen itäpuolinen kumpumoreenialue	2	2	2	1	1,8
Glasifluvialaiset muodostumat	18	Rokuan harjulaajentuman pohjoinen jään kontaktirinne	2	1	2	1	1,5
	19	Rokuan harjulaajentuman etelärinne	2	1	2	2	1,8
	20	Pookivaaran itäpuolinen kame-maasto	2	2	2	1	1,8
Eolliset muodostumat	21	Paraabelidyyny	0,5	2	2	2	1,6
	22	Paraabelidyyny	0,5	2	2	2	1,6
	23	Paraabelidyyny	0,5	2	2	2	1,6
	24	Paraabelidyynykenttä L-I	1	2	0	2	1,3

			OPETUKSELLINEN ARVO				
GENESI	NUMERO	KOHDDE	INDIKAATTORI				KESKIARVO
			Yleisyys	Selkeys	Geomorfologinen monipuolisuus	Saavutettavuus	
	25	Piirainniemen paraabelidyyny L-I	1	2	0	2	1,3
	26	Mustavaaran paraabelidyynikenttä	0,5	2	0	1	0,9
	27	Deflaatiopinta	0,5	2	2	2	1,6
	28	Deflaatiopinta	0,5	2	2	2	1,6
	29	Deflaatiopinta	0,5	2	2	2	1,6
	30	Deflaatiopinta	0,5	2	2	2	1,6
	31	Deflaatiopinta	0,5	2	2	2	1,6
	32	Rantavallien soistunut painanne	1	2	2	2	1,8
	33	Rantavallien soistunut painanne	1	2	2	2	1,8
	34	Rantavallien soistunut painanne	1	2	2	2	1,8
	35	Tuulipurrot Siirasvaarojen dyynien lakialueilla	0,5	2	0	1	0,9
Litoraaliset muodostumat	36	Rantavallikenttä	0,5	2	0	2	1,1
	37	Rantavalli	0,5	2	0	2	1,1
	38	Rantavalli	0,5	2	0	2	1,1
	39	Rantadyynivallit	0,5	2	2	2	1,6
Biogeeniset muodostumat	40	Siirassuo	1	2	0	2	1,3
	41	Suppapohjasuo	1	2	2	2	1,8
	42	Suo	1	2	2	2	1,8

Taulukko 5. Tutkimusalueen geodiversiteettikohteiden matkailullisen arvon pisteytys.

			MATKAILULLINEN ARVO				
GENESI	NUMERO	KOHDE	INDIKAATTORI				KESKIVARVO
			Maisemallisuus	Havainnon olosuhteet	Valmis infrastruktuuri	Kulutusriski	
Glasigeeniset muodostumat	1	Suppajärvi: Jaakonjärvet	2	2	2	0	1,5
	2	Suppajärvi: Loukkojärvi	2	2	2	0	1,5
	3	Suppajärvi: Siirasjärvet	1,5	1	1	0	0,9
	4	Suppakuoppa	1,5	2	2	0	1,4
	5	Suppakuoppa	1,5	1	1	0	0,9
	6	Suppakuoppa: Haimakaisenmonttu	1	1	1	0	0,8
	7	Suppakuoppa	1,5	1	1	0	0,9
	8	Suppakuoppa	0	0	2	0	0,5
	9	Suppakuoppa	0	0	2	0	0,5
	10	Suppajärvi: Maitolampi	2	2	2	0	1,5
	11	Suppakuoppa	0,5	1	1	0	0,6
	12	Suppakuoppa	0,5	1	2	0	0,9
	13	Suppajärvi: Kolmoset	2	2	2	0	1,5
	14	Suppajärvi: Kolmoset	2	2	2	0	1,5
	15	Suppajärvi: Kolmoset	2	2	2	0	1,5
	16	Suppakuoppa	0,5	0	1	0	0,4
	17	Siirasvaarojen itäpuolinen kumpumoreenialue	1,5	2	2	0	1,4
Glasifluviaaliset muodostumat	18	Rokuan harjulaajentuman pohjoinen jään kontaktirinne	1,5	2	2	0	1,4
	19	Rokuan harjulaajentuman etelärinne	0,5	1	2	0	0,9
	20	Pookivaaran itäpuolinen kame-maasto	1	1	1	0	0,8
Eolliset muodostumat	21	Paraabelidyyny	1,5	2	2	-1	1,1
	22	Paraabelidyyny	1,5	2	2	-1	1,1
	23	Paraabelidyyny	1,5	2	2	-1	1,1
	24	Paraabelidyynykenttä L-I	0,5	1	1	-1	0,4
	25	Piirainniemen paraabelidyyny L-I	2	2	2	-1	1,3

			MATKAILULLINEN ARVO				
GENEESI	NUMERO	KOHDDE	INDIKAATTORI				KESKIARVO
			Maisemallisuus	Havainnon olosuhteet	Valmis infrastruktuuri	Kulutusriski	
	26	Mustavaaran parabeelidyynikenttä	1	1	1	-1	0,8
	27	Deflaatiopinta	2	1	2	0	1,3
	28	Deflaatiopinta	1	1	2	0	1,0
	29	Deflaatiopinta	1,5	2	2	0	1,4
	30	Deflaatiopinta	1,5	2	2	0	1,4
	31	Deflaatiopinta	1,5	1	1	0	0,9
	32	Rantavallien soistunut painanne	1,5	1	1	0	0,9
	33	Rantavallien soistunut painanne	1,5	1	0	0	0,6
	34	Rantavallien soistunut painanne	1,5	1	0	0	0,6
	35	Tuulipurrot Siirasvaarojen dyynien lakialueilla	0	2	1	1	0,5
Litoraaliset muodostumat	36	Rantavallikenttä	2	2	1	0	1,3
	37	Rantavalli	2	2	0	0	1,0
	38	Rantavalli	2	2	0	0	1,0
	39	Rantadyynivallit	1,5	2	2	0	1,4
Biogeeniset muodostumat	40	Siirassuo	0	0	1	0	0,3
	41	Suppapohjasuo	1,5	2	2	0	1,4
	42	Suo	1,5	2	2	0	1,4

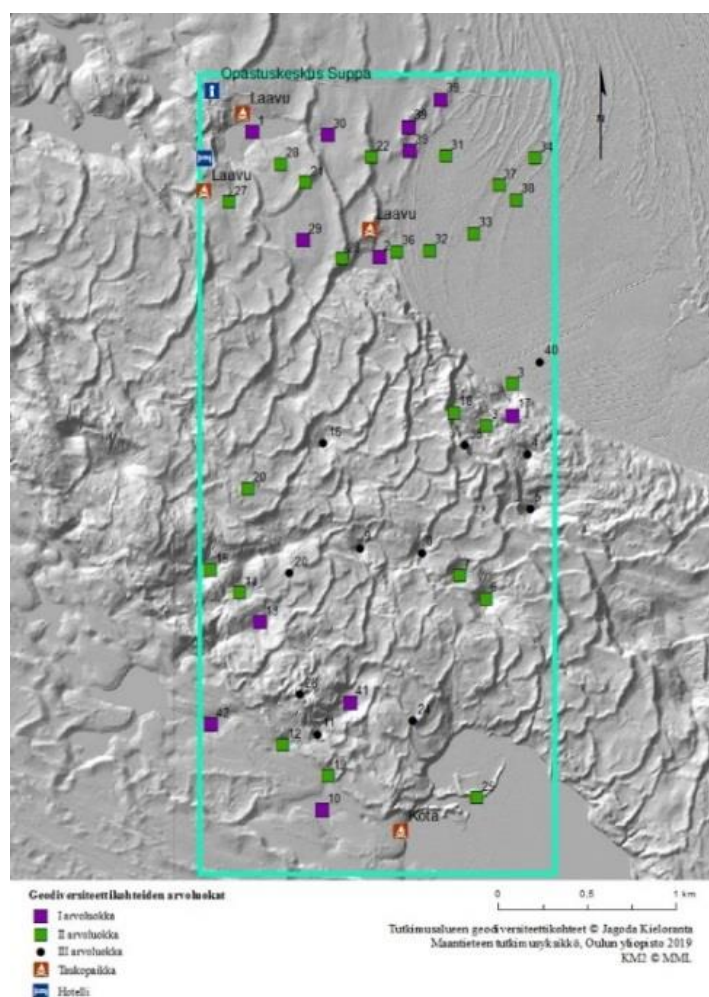
Molempien ryhmien (OA ja MA) kaikista annetuista arvoista laskettiin geodiversiteettikohteiden keskiarvo ja sen perusteella määriteltiin sijoittuminen kolmeen eri arvoluokkaan (taulukko 6). Arvoluokkaan I ($\geq 1,5$ pistettä) sijoittuvat muodostumat ovat merkittäviä opetuksellisesta näkökulmasta sekä erittäin kiinnostavia ja helposti hyödynnettäviä luontomatkailussa. II -luokan (1,4-1,1 pistettä) muodostumilla on melko merkittävä arvo sekä opetuksessa että luontomatkailussa. Luokkaan III (≤ 1 pistettä) sijoittuvilla kohteilla ei ole yleisesti ottaen opetuksellista eikä matkailullista merkitystä, mutta niillä voi olla muita arvoja, joita ei ole tunnistettu tässä tutkimuksessa. Näitä muodostumia ei huomioitu geopolun suunnittelussa.

Taulukko 6. Geodiversiteettikohteiden arvoluokat.

KOHDE JA KOHTEEN NUMERO	KESKIARVO	ARVOLUOKKA
Suppajärvi: Jaakonjärvet (1)	1,6	I
Suppajärvi: Loukkojärvi (2)	1,6	
Suppajärvi: Maitolampi (10)	1,6	
Siirasvaarojen itäpuolinen kumpumoreenialue (17)	1,6	
Suppapohjasuo (41)	1,6	
Suo (42)	1,6	
Suppajärvi: Kolmoset (13)	1,5	
Deflaatiopinta (29)	1,5	
Deflaatiopinta (30)	1,5	
Rantadyynivallit (39)	1,5	
Rokuan harjulaajentuman pohjoinen jään kontaktirinne (18)	1,4	II
Paraabelidyyny (21)	1,4	
Paraabelidyyny (22)	1,4	
Paraabelidyyny (23)	1,4	
Deflaatiopinta (27)	1,4	
Rokuan harjulaajentuman etelärinne (19)	1,3	
Pookivaaran itäpuolinen kame-maasto (20)	1,3	
Suppakuoppa (7)	1,3	
Suppakuoppa (12)	1,3	
Suppajärvi: Kolmoset (14)	1,3	
Suppajärvi: Kolmoset (15)	1,3	
Piirainniemen paraabelidyyny L-I (25)	1,3	
Deflaatiopinta (28)	1,3	
Deflaatiopinta (31)	1,3	
Rantavallien soistunut painanne (32)	1,3	
Suppajärvi: Siirasjärvet (3)	1,2	
Suppakuoppa: Haimakaisenmonttu (6)	1,2	
Rantavallikenttä (36)	1,2	
Rantavallien soistunut painanne (33)	1,2	
Rantavallien soistunut painanne (34)	1,2	
Rantavalli (37)	1,1	
Rantavalli (38)	1,1	
Suppakuoppa (4)	1	III
Suppakuoppa (5)	0,8	

KOHDE JA KOHTEEN NUMERO	KESKIARVO	ARVOLUOKKA
Suppakuoppa (11)	0,8	
Siirassuo (40)	0,8	
Paraabelidyynykenttä L-I (24)	0,8	
Mustavaaran parabeelidyynikenttä (26)	0,8	
Tuulipurrot Siirasvaarojen dyynien lakialueilla (35)	0,7	
Suppakuoppa (8)	0,6	
Suppakuoppa (9)	0,6	
Suppakuoppa (16)	0,6	

Arvotusaineistossa on yhteensä 42 geodiversiteettikohdetta. I ja II luokan muodostumien tihentymät sijoittuvat tutkimusalueen pohjoisosiin. III arvoluokan muodostumat sijoittuvat eniten tutkimusalueen keski- ja eteläosiin (kuva 15).



Kuva 15. I, II ja III arvoluokkien geodiversiteettikohteiden sijoittuminen tutkimusalueella.

I luokan kymmenestä kohteista neljä on suppajärviä, yksi kumpumoreenialue, yksi rantadyynivallikenttä, kaksi suota ja kaksi suurta deflaatiopintaa. II arvoluokkaan sijoittuvia kohteita on 22. Niistä kymmenen kuuluu eollisiin muodostumiin, kolme glasifluviaallisiin, kuusi glasigeenisiin ja kolme litoraalsiin muodostumiin. III arvoluokkaan sijoittuu kymmenen kohdetta, joista kuusi on suppakuoppia, kaksi paraabelidyynikenttiä, yksi suo ja tuulipurrot dyynien lakialueilla.

6.3 Geopolun reitin suunnitelma

Opastuskeskuksen ja hotellin välisellä alueella sijaitseva suppakuoppa ulottuu pohjaveden pinnan tasoon muodostaen Jaakonjärvet. Pohjoispuolisella järvellä näkyy soistumisen merkkejä. Tutkimusalueen muut samaan syntytapaan muodostuneet järvet ovat Siirasjärvet ja Loukkojärvi. Loukkojärven pohjoispuoleinen, etelään aukeava jyrkkä rinne luo Rokuanvaaran suppakuopille tyypillisen karun paahdeympäristön. Alexandrowicz:n ja Margielewskin (2010: 301–302) mukaan suppakuoppien rinteet ovat alttiita massaliikunnoille, mikä lisää rinneympäristöjen geodiversiteettiä. Tutkimusalueen paraabelidyynit ovat hyvin muodostuneita. Siirasvaarojen dyynien lakialueilla voi havaita lukuisia pyöreitä deflaatiopainanteita. Dyynien yhteydessä muodostuneet suuret deflaatioaltaat vaihtelevat kuivista soistuneisiin painanteisiin. Tutkimusalueen luoteisalueilla kuivapohjaiset deflaatioaltaat ovat osittain matkailuun liittyvän infrastruktuurin peittämiä (kuva 16 ja 17). Koillisessa rantavallien läheisyydessä oleva iso deflaatiopainanne on täysin soistunut. Aartolahden (1973: 15–23) mukaan sen soistuminen johtuu todennäköisesti sekä sadeveden viipymän että pohjaveden kosteuttavan vaikutuksen ansiosta. Myös rantavallien väliset painanteet ovat soistuneet. Rantavallit Loukkojärven itäpuolella ovat suhteellisen matalia. Rokuantien varressa on voimakkaastikin dyyniäntyneitä suurempia rantadyynivalleja. Loukkojärveltä Siirasjärville ulottuva jään kontaktirinne on altis erilaisille maanpintaa muokkaaville prosesseille kuten eroosiolle, mikä lisää muodostuman sisäistä geodiversiteettiä. Siirasjärvien itäpuolinen kumpumoreenialue on voimakkaasti dyyniäntynyt (kuva 18). Etelästä se on rajattu jyrkkärinteisellä portaalla sekä syvällä kuivapohjaisella supalla. Pohjoisesta alue on rajattu laajalla Siirassuolla (kuva 19).



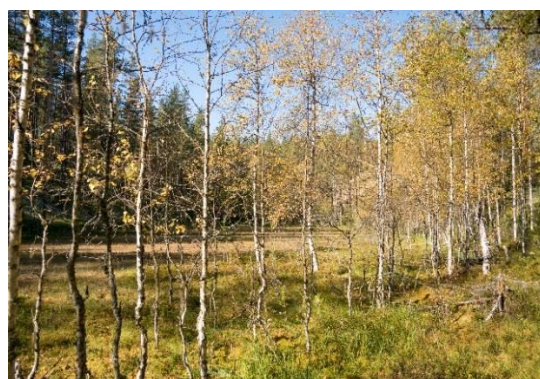
Kuva 16. Jaakonjärvet (valokuva Jagoda Kieloranta 15.9.2018).



Kuva 17. Valmis infrastruktuuri Jaakonjärvien läheisyydessä (valokuva Jagoda Kieloranta 15.9.2018).



Kuva 18. Retkeilyreitti dyynikentällä (valokuva Jagoda Kieloranta 8.9.2016).



Kuva 19. Suppajoki (valokuva Jagoda Kieloranta 8.9.2016).

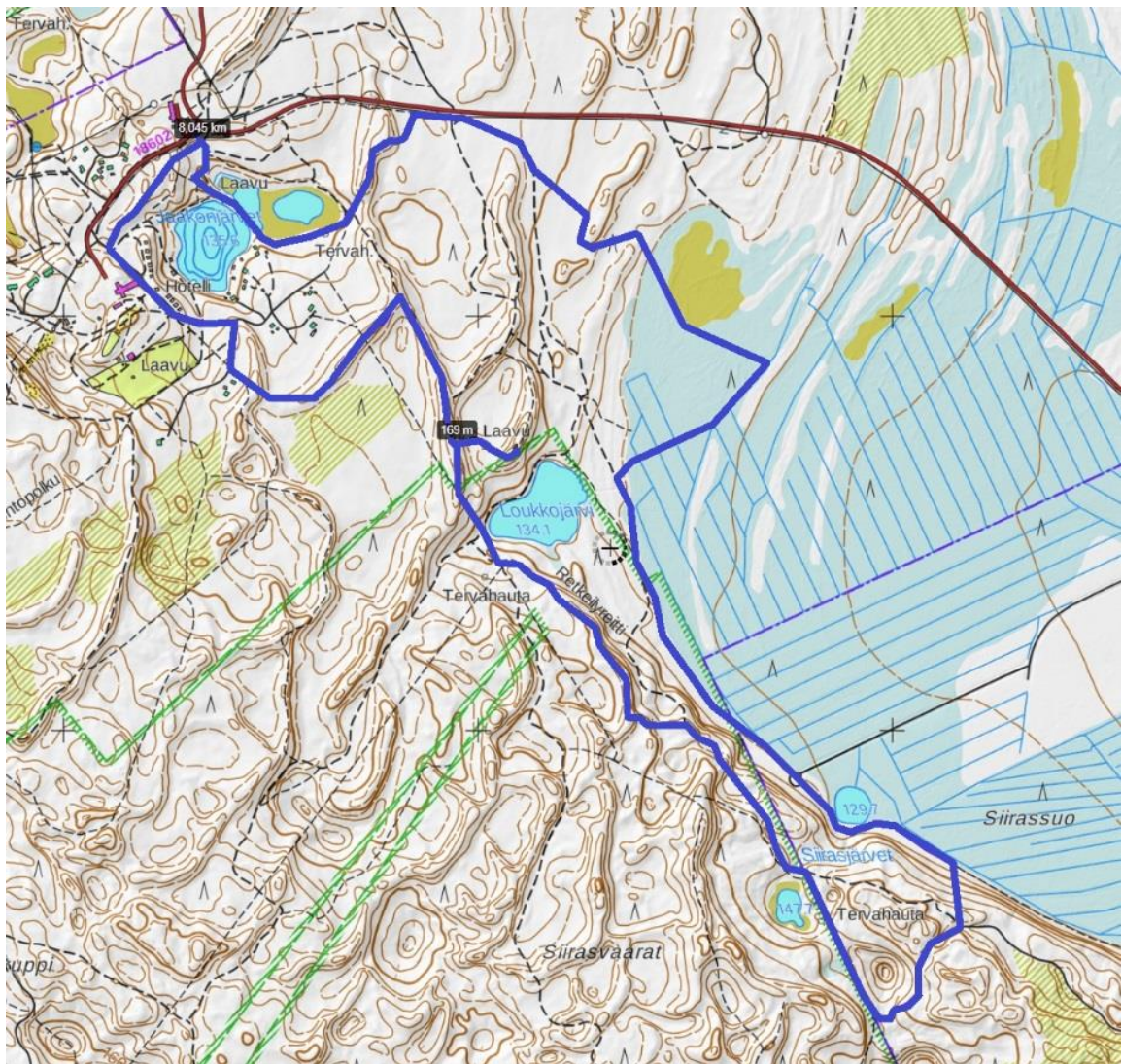
6.3.1 Reittiselostus

Opastuskeskus Suppa (kuva 20) on erinomainen lähtöpiste uudelle geopolulle. Se sijaitsee Rokuantien varrella - Jaakonjärventielle, tutkimusalueen luoteisosissa. Sen rakennuksesta ja lähistöstä löytyy valmis infrastruktuuri ja palveluita matkailijoita varten: neuvonta, kahvila, käsityökauppa, Rokuan alueesta kertova pysyvä näyttely, parkkipaikkoja, vuokramökkejä, 300 m:n etäisyydessä hotelli sekä kolmen kilometrin etäisyydessä kylpylä- ja hyvinvointihotelli. Opastuskeskus Supasta lähtevät myös kahdeksan kilometrin mittainen Rokuansydän luontopolku ja 19 km rengasreitti Keisarinkierros.



Kuva 20. Opastuskeskus Suppa toimii mm. lähtöpisteenä Rokuansydän luontopolulle (ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatit: N 7162461 E 476294) (valokuva Jagoda Kieloranta 8.9.2016).

Uusi, kesäkäyttöön tarkoitettu kahdeksan kilometrin rengasreitti (kuva 21) lähtee Opastuskeskus Supasta valmiilla polulla kohti Jaakonjärviä. Reitti kulkee pohjoispuolisen järven ohi koilliseen, kohti Rokuantietä. Tästä eteenpäin polku etenee rantadyynivallien välistä suota päin ja sieltä rantavallia pitkin etelään. Tämä polun osuus kosteikkojen yli vaatii pitkospuiden rakentamista. Loukkojärven lähistöllä reitti yhdistyy rantavallikentän läpi johtavan moottorikelkkailureitin kanssa. Tästä eteenpäin polku etenee jään kontaktirinteen alalaitaa pitkin valmista reittiä hyödyntäen, Siirasjärvien pohjoispuoliselle järvelle asti. Seuraavaksi reitti poikkeaa etelään kumpumoreenikentän läpi, suppakuopan ohi kohti Keisarinkierrosta. Tämä osuus vaatii liittymäpolun rakentamista. Reitti kulkee Keisarinkierroksen mukaisesti toisen Siirasjärvistä ohi ja jatkuu dyynien lakialueilla Loukkojärveä kohti. Järven läheisyydessä on valmis, uudistamista vaativa laavu, johon pääsee valmiilla liittymäpolulla. Sitä ei tällä hetkellä (2019) enää ylläpidetä. Taukopaikalta matka jatkuu pohjoiseen Keisarinkierrosta pitkin. Seuraavaksi reitti ohjaa lounaaseen, dyynien päällä olevalle polulle ja sitä pitkin deflaatioaltaassa sijaitsevaa hotellia kohti. Reitti palaa Rokuansydän polkua pitkin takaisin Opastuskeskus Suppaan.



Kuva 21. Geopolun linjaus korkeusmallin tulkinnan, inventoinnin ja pisteytyksen tuloksien perusteella (aineisto: Karttapaikka MML 2019, muokattu Jagoda Kieloranta 2019).

7. Tulosten tarkastelu ja pohdinta

Tämän tutkielman pisteytysmenetelmä on luotu Bruschin ym. (2011) suositusten mukaisesti vain muutamien indikaattoreitten ja kriteereitten perusteella, sillä yksityiskohtaisempi menetelmä ei välttämättä tuottaisi tarkempaa tietoa kuin yksinkertaisemman menetelmän tuottama tieto. Opetuksellinen ja matkailullinen arvo määräytyy neljän indikaattorin perusteella, joista jokainen nojaa kahteen tai kolmeen kriteeriin. Geodiversiteettikohteiden pisteytyksessä on kiinnitetty huomiota ensisijaisesti kohteen geomorfologiaan ja maisemallisen arvoon, sekä saavutettavuuteen ja valmiin infrastruktuuriin. Arviointi on tehty geomorfologisin perustein, eikä tässä yhteydessä analysoida biologisia tekijöitä, kuten on tehty esim. moreenimuodostumien (Mäkinen ym. 2007: 18-19) ja kallioalueiden (Husa & Teeriaho 2012: 10-11) inventoineissa. Saman pistemäärän voivat saavuttaa opetuksellisesti ja matkailullisesti hyvin erilaiset kohteet. Kohteella voi olla merkitystä opetuksen kannalta, muttei huomattavaa matkailullista arvoa tai päinvastoin. Samalla opetuksellinen arvo voi nostaa tai pienentää kohteen merkitystä geopolun suunnittelun kannalta. Matkailullisella arvolla on samanlainen vaikutus. Tämä ei ole kuitenkaan este geopolun suunnitteluun soveltuvien kohteiden valinnassa, sillä molemmat arvot ovat yhtä tärkeitä tässä kontekstissa ja täydentävät geoparkin tehtävää. Indikaattorit ja kriteerit ovat sovellettu tutkimusalueelle, joka on suhteellisen pieni (9 km²) ja jossa on olemassa jonkinlainen reittiverkosto sekä (luonto)matkailuun liittyvää infrastruktuuria. Tutkimusalueen I arvoluokkaan sijoittuvat geodiversiteettikohteet edustavat jäätikön (glasigeenisistä), aallokon, jään ja tuulen (litoraalisia ja eollisia) sekä elävän luonnon (biogeenisiä) aiheuttamia muodostumia. Kohteiden opetuksellinen ja matkailullinen keskiarvo on korkea (vähintään 1,4), mikä tarkoittaa, että kohde on erittäin mielenkiintoinen molemmista näkökulmista ja geopolun osaksi tulemisen arvoinen. II arvoluokan kohteista löytyy ylempänä mainittujen lisäksi jäätikköjokien aiheuttamia muodostumia. Tässä arvoluokassa osa kohteista on opetuksellisesti ja matkailullisesti hyvin erilaisia. 10 kohteen opetuksellinen arvo on sen verran korkea (vähintään 1,5), että se nostaa niiden merkitystä geopolun suunnittelun kannalta, vaikka kohteilla ei ole huomattavaa matkailullista arvoa (korkeintaan 0,9). Kahden kohteen tapauksessa tilanne on toisinpäin – niiden korkea matkailullinen arvo (1,5) nostaa kohteet II arvoluokkaan, vaikka opetuksellisesti niiden arvo on suhteellisen vähäinen (1,0).

Tämä tutkielma selvittää geopolun suunnittelun lähtökohtia sekä perehtyy luontomatkailuun. Tutkielma on kvalitatiivista tutkimusta, jossa tutkittavat geodiversiteettikohteet on valittu harkinnanvaraisesti ja tarkoituksenmukaisesti. Kohteita ei valittu suurta määrää, mutta kuitenkin kattavasti suhteessa tulkintaan. Vaikka tutkimuksen pitäisi olla objektiivista, tässä tutkielmassa myös omat subjektiiviset näkökulmat tulevat esille etenkin tuloksissa. Syynä on aiemman, geodiversiteettikohteiden pisteytysmenetelmiin liittyvän tutkimuksen vähäisyys sekä kvalitatiivinen analyysi. Muodostumien arvottaminen on vaikea prosessi. Arvon määritelmä luonnonmaantieteessä ei ole yksiselitteinen (Reser & Bentrupperbäumer 2005: 130–131) ja määräytyy erilaisin perustein. Edellä mainitut menetelmät ovat numeerisia, mihin liittyy suhteellisen objektiivisuuden etu, mutta joidenkin arvojen mittaaminen voi olla erimielisyyksien lähde. Taloudellis-lähtöinen arvottaminen on yhteiskunnan näkökulmasta hyödyllisempi ja muut kuin ekonomiset arvot saattavat jäädä vähemmälle huomiolle. Varsinkin luonnonsuojelua vaativat esteettiset, kulttuuriset ja tieteelliset arvot aiheuttavat ristiriidan taloudelliselle hyödyntämiselle. Esteettiset arvot ovat voimakkaasti sidoksissa mieltymyksiin ja kulttuuriin sekä tieteelliset arvot viittaavat kohteen itseisarvoon (Gray 2004). Niiden kohdalla kvantitatiivinen arvottaminen on haasteellista eikä subjektiivisuutta ole mahdollista välttää.

Aineiston laadun kannalta, geodiversiteettikohteita analysoitiin perusteellisesti. Tutkimuksella saavutettuihin tuloksiin voivat kuitenkin vaikuttaa aineiston tulkinnassa ja inventoinnissa tapahtuneet virheet. Rantavallit ja rantadyynivallit on vaikea erottaa toisistaan. Rokuantien välittömässä läheisyydessä olevat rantamuodostumat ovat paikoin voimakkaasti dyyniäineitä. Korkeusmallin sekä maastohaavaintojen perusteella harjanteet vaikuttavat olevan enemmän sekoitelmaa noista kahdesta muodostumatyypistä kuin puhtaita rantavalleja. Käytännössä ainoa mahdollisuus niiden erottamiseen voi olla raekokoanalyysi. Myös kame-maastojen ja kumpumoreenialueiden tarkastelussa saattaa olla virheitä, koska nämä muodostumat erottuvat melko huonosti korkeusaineistosta. Yksityiskohtaisempi maastotarkistus olisi tarpeen niiden alueiden inventoinnissa. Rajoitettujen resurssien ja ajan takia sitä ei kuiteinkaan ollut mahdollista toteuttaa.

8. Johtopäätökset

Aineiston koosta ja osin analyysin laadullisesta luonteesta, tutkimustulokset eivät sovellu laajoihin yleistyksiin. Tutkimuksessa ehdotettu pisteytysmenetelmä on sovellettu Rokua Geoparkin erityispiirteisiin sopivaksi. Alueella on jo valmis reittiverkosto sekä matkailijoita palvelevia kohteita kuten hotelli ja opastuskeskus. Tämä vaikutti esimerkiksi kohteen saavutettavuus tai valmis infrastruktuuri -indikaattoreitten soveltamiseen tälle tutkimusalueelle. Thomas (2012: 88) viittaa geodiversiteetin yksityiskohtaisen arvottamisen tärkeyteen sekä korostaa ihmistoiminnan huomioimista geodiversiteettitutkimuksessa. Tämä suositus on huomioitu haavainnon olosuhteet -indikaattoria kuvaaviin kriteereitten valintaan. Jatkotutkimuksessa olisi syytä tarkistaa pisteytysmenetelmän soveltavuutta geodiversiteettikohteiden arvottamisessa muilla alueilla, kaikkien menetelmässä käytettyjen indikaattoreitten kannalta.

Tutkimusalueen opetuksellisesti ja matkailullisesti kaikkein merkittävimpiä kohteita ovat soistuneet tai järvinä olevat suppapainanteet sekä rantadyynivallit, dyynit ja laajat deflaatiopinnat. Selkeimmät I ja II luokan muodostumien tihentymät Jaakonjärvien, Siirajärvien ja Rokuantien välissä (20 kohdetta) osoittavat, että tutkimusalueen pohjoisosat soveltuvat parhaiten uuden geopolun suunnitteluun.

Ehdotetun pisteytysmenetelmän merkittävin käytännön arvo liittyy luontomatkailuun, ja sitä on mahdollista hyödyntää Rokuan matkailun suunnittelussa ja tuotteistamisessa. Zwolińskin ja Stachowiak:n (2012: 105) mukaan Rokuan kaltaiset, maisemallisesti monimuotoiset alueet houkuttelevat matkailijoita, joiden suosiossa ovat runsaaseen geodiversiteettiin sijoittuvat reitit. Varsinkin Rokuan dyynit ovat Euroopan laajuisesti harvinaisia (Jalas 1953; Florek ym 1987). Erilaiset prosessit kuten biogeeniset ja eolliset ovat muovanneet aluetta ja muovaavat edelleen. Rokua on kansainvälisesti merkittävä jäätiköitymisen jälkeisten maaperämuotojen esiintymisalue. Myös sen kansallista arvoa ei tule unohtaa.

Kirjallisuus

- Aaltonen, E. (1963). *Kotiseututyön opas*. WSOY.
- Aartolahti, T. (1973). Morphology, vegetation and development of Rokuanvaara, an esker and dune complex in Finland. *Fennia-International Journal of Geography* 127 (1).
- Aartolahti, T. (1977). Suomen geomorfologia. *Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen opetusmonisteita* 12.
- Aartolahti, T. & Tikkanen, M. (2011). *Suomen geomorfologia*. Unigrafia. Helsinki. 275s.
- Aho, S. (2005). Luonnon virkistyskäytöstä johtuva maaston kuluminen – esimerkkialueena Rokua. *Metlan työraportteja*, 20: 80-91
<<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp020-09.pdf>>. 19.9.2017
- Aia, K. (2014). Espoon luontopolkuk selvitys 2013. *Espoon ympäristökeskuksen monistesarja* 1/2014. Espoon kaupungin painatuspalvelut.
- Alexandrowicz, Z. & W. Margielewski (2010). Impact of mass movements on geo- and biodiversity in the Polish Outer (Flysch) Carpathians. *Geomorphology* 123, 290-304.
- Antikainen, H., H. Mättä-Juntunen & J. Ujanen (2015). GIS-analyysimenetelmät ArcGIS 10.2.1. *Oulun yliopiston maantieteen laitoksen opetusmoniste* no. 43.
- Benito-Calvo, A., A. Pérez-González, O. Magri & P. Meza (2009). Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula. *Earth Surface Processes and Landforms* 34, 1433-1445.
- Brilha, J. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8: 2, 119-134.
- Bruschi, V. M. & A. Cendrero (2005). Geosite evaluation; can we measure intangible values? *II Quaternario* 18: 1, 293-306.
- Bruschi V.M., A. Cendrero & J. Albertos (2011). A statistical approach to the validation and optimisation of geoheritage assessment procedures. *Geoheritage*, 3: 3, 131-149.
- Burnett, M., P. August, J. Brown & K. Killingbeck (1998). The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity I: A patch-scale perspective. *Conservation Biology* 12, 363-370.
- Demek, J. (toim.) (1972). Manual of detailed geomorphological mapping. International Geographical Union, Commission on Geomorphological survey and mapping. Prague Academia.
- Erikstad, L. (2012). Geoheritage and geodiversity management – the questions for tomorrow. *Proceedings of the Geologists Association* 124: 4, 713-719.
- Eräkö L., Kuisma-Sandgren K. & A. Rautiainen (2015). *Selvitys ulkoilulain toimivuudesta, soveltamisesta ja muutostarpeista*. Helsinki: Suomen Latu.

- Farsani N. T. ym. (toim.) (2012). *Geoparks and Geotourism: New approaches to Sustainability for the 21st Century*. Brown Walker Press, Florida.
- Fennel, D. A. (1999). *Ecotourism: an introduction*. Routledge, London.
- Fennel, D. A. (2003). *Ecotourism: an introduction*. Routledge, London.
- Ferrier, S., M. Drielsma, G. Manion & G. Watson (2002). Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiversity in northeast New South Wales. II. Community-level modelling. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2275-2307.
- Florek, W., K. Koutaniemi & L. Koutaniemi (1987). Past and present of the river Oulujoki and adjoining areas. *Nordia*, 21: 2, 119-132.
- Fogelberg, P. (1977). Representation of relief types in geomorphological mapping of a glaciated shield area (Finland). *Fennia*, 151, 49-56.
- Giusti, C. (2010). From geosites to geomorphosites. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 5(2), 123-130.
- Gordon, J., H. Barron, J. Hansom & M. Thomas (2012). Engaging with geodiversity - why it matters. *Proceedings of the Geologists' Association*, 123: 1-6.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity – valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons, Ltd. Cichester.
- Gray, M. (2005). Geodiversity and Geoconservation: What, Why and How? *Geodiversity & Geoconservation. The George Wright Forum*, 22: 3, 4-12.
- Gray, M. (2008). Geodiversity: developing the paradigm. *Proceedings of the Geologists' Association* 119: 3, 287-298.
- Gray, M. (2011). Other nature: geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservation* 38, 271-274.
- Gray, M. (2013). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature, 2nd Edition*. Wiley-Blackwell. e-kirja
- Heikkinen, V., P. Hiidenmaa & U. Tiililä (2000). *Teksti työnä, virka kielenä*. Kotimaisten kielten tutkimuskeskuksen julkaisuja. Gaudeamus, Helsinki.
- Heikkinen, M.-L. & T. Väisänen (toim.) S.-M. Paakki, E.L. Anttila (2007). *Rokuan alueen järvet ja lammet. Esiselvitys vedenkorkeuksista ja kunnostusmahdollisuuksista*. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen raportteja 5/2007.
- Helminen, V. A. (1987). Lämpöolot. *Suomen kartasto, vihko Ilmasto* 131: 4-10. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Hjort, J. & M. Luoto (2010). Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphology* 115: 109-116.

- Hjort J., K. R. Heikkinen & M. Luoto, 2012. Inclusion of explicit measures of geodiversity improve biodiversity models in a boreal landscape. *Biodiversity and Conservation* 21: 13, 3487–3506.
- Hjort, J., & M. Luoto (2012). Can geodiversity be predicted from space? *Geomorphology* 153-154, 74–80.
- Hoppa, T., M. Kaukonen, P. Mättä & P. Virnes (2008). *Rokuan kansallispuiston ja valtion omistamien Natura-alueiden hoito- ja käyttösuunnitelma*. Metsähallitus, Vantaa.
- Hose, T. A. (2016). *Geoheritage and geotourism: a European perspective*. Boydell Press, Woodbridge, Suffolk.
- Household, I., & C. Sharples (2008). Geodiversity in the wilderness: a brief history of geoconservation in Tasmania. *Geological Society, London, Special Publications*, 300, 257-272.
- Huhtala, M., A. Takku, E. Pouta & V. Ovaskainen (2004). Matkakohteen valintaan vaikuttavat tekijät Pohjois-Suomen retkeily- ja hiihtomatkoilla. *Terra* 116: 4, 241-253.
- Husa, J. & J. Teeriaho (2012). Luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet Pohjois-Karjalassa. *Suomen ympäristö* 21. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Hämet-Ahti, L. (1988). Kasvillisuus ja kasvisto. *Suomen kartasto, vihko Elävä luonto, luonnonsuojelu* 141-143. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Jačková, K. & D. Romportl (2008). Geodiversity and habitats richness relation in Šumava National Park and Krivoklátsko PLA (The Czech Republic): a quantitative analysis approach. *Journal of Landscape Ecology* 1, 23–28.
- Jalas, J. (1953). Rokua. Suunnitellun kansallispuiston kasvillisuus ja kasvisto. Vegetation und Flora des geplanten Nationalparks von Rokua in Mittelfinnland. *Silva fennica* 81.
- Jensen, R. (1999). *The dream society: how the coming shift from information to imagination will transform your business*. McGraw-Hill, New York.
- Järviluoma, J. (2001). Ympäristön käsiteestä luontomatkailun tulkintoihin. *Julkaisussa* Aho, S., Honkanen, A. & Saarinen, J. (toim.) *Matkailuelämykset tutkimuskohteina*, Lapin yliopiston matkailun julkaisuja B. Tutkimusraportteja ja selvityksiä 6: 69-82.
- Kalliola, R. (1971). *Suomen kasvimaantiede*. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos.
- Kalliola, R. (1973). *Suomen kasvimaantieteen perusteet*. WSOY, Porvoo.
- Karjalainen, E. & I. Verhe 1995. *Ulkoilureitti. Opas ulkoilureittien suunnittelijoille, rakentajille ja hoitajille*. Helsinki: Rakennusalan Kustantajat RAK.
- Kemiläinen, H. (2003). *Muhos-Utajärvi-Vaala. Rokuan yleiskaava. Natura-arviointi*. Osaraportti 0509-b9594, Suunnittelukeskus Oy.

- KLM (2019). Kuopion luonnontieteellinen museo.
<<https://kuopionluonnontieteellinenmuseo.fi/2019/03/08/retki-kolin-kansallismaisema>>.
8.3.2019
- Koutaniemi, L. (1986). Northern Ostrobothnia – Kainuu a geographical guide. *Nordia* 20: 2.
- Kozłowski, S. (2004). Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Polish Geological Review* 52: 8/2, 833-837.
- Krökki, V. & S. Toukila (toim.) (2004). *Tervetuloa Rokualle – opas Rokuan alueen palveluihin ja ympäristöön*. Rokua Life 2004.
- Krökki, V. & A. Hilli (2006a). *Rokuan luontorastit: Kansallispuiston kätköissä*. Metsähallituksen Pohjanmaan luontopalvelut.
- Krökki, V. & A. Hilli (2006b). *Rokuan luontorastit: Tervan tuoksua ja kavioiden kopsetta*. Metsähallituksen Pohjanmaan luontopalvelut.
- Krökki, V. & R. Okkonen (2011). Rokua Geopark. Finland's first and world's northernmost Geopark. *European Geopark Magazine* 8.
- Kubalikova, L. (2013). Geomorphosite Assessment for Geotourism Purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2: 2, 80-104.
- Kuusiniiva, M. & J. Järviluoma (2010). Luontopolku, opastetaulut ja matkailu. *Julkaisussa* Palo, M. (toim.) *Elban luontopolun kehittäminen Kokkolassa*. Toholampi. Alnus ry.
- Kuusisto, E. (1986). Vedet. *Suomen kartasto, vihko Vedet* 132. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Kärnä, O.-M., J. Heino, M. Grönroos & J. Hjort (2018). The added value of geodiversity indices in explaining variation of stream macroinvertebrate diversity. *Ecological Indicators* 94, 420–429.
- Laaksonen, H. (2009). *Maanmittauslaitoksen uusi valtakunnallinen korkeusmalli laserkeilaamalla: hyöty ja mahdollisuudet*. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Maantieteen laitos.
- Luukkonen, E. J. & P. Sorjonen-Ward (2005). *Arkeinen kallioperä - ikkuna 3 miljardin vuoden taakse*. Luku 4.
- Malinen, T. (2012). *Kasvilajirunsauden yhteys geodiversiteettiin, maankäyttöön ja satelliittikuvamuuttujiin Rokua Geopark -alueella*. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, maantieteen laitos.
- Master Plan (2020) *Oulu-Kajaani -kehittämisyöhyke*.
- Metsähallitus (2010). Rokua Geopark on Suomen ensimmäinen Geopark.
<<http://www.metsa.fi/fi/-/rokua-geopark-on-suomen-ensimmainen-geopark>>. 15.2.2017
- Metsähallitus (2018). Keisarinkierros. <<https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Esitteet/rokua-keisarinkierros.pdf>>. 13.12.2018

- Mäkinen K., J.-P. Palmu, J. Teeriaho, H. Rönty, T. Rauhaniemi & J. Jarva (2007). Valtakunnallisesti arvokkaat moreenimuodostumat. *Suomen ympäristö* 14/2007. Ympäristöministeriö.
- Mäkinen, M, J. Teeriaho, H. Rönty, T. Rauhaniemi & L. Sahala (2011). Valtakunnallisesti arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat. *Suomen ympäristö* 32/2011. Ympäristöministeriö.
- National Geographic Society. (2005). Geotourism Charter.
<http://travel.national-geographic.com/travel/sustainable/pdf/geotourism_charter_template.pdf>. 1.9.2017
- Nenonen, J., J. Vanne & H. Laaksonen (2010). Laserkeilaus – uusi menetelmä geologiseen kartoitukseen ja tutkimukseen. *Geologi* 62. 62-69.
- Nenonen, J. (2015). Geoparkit meillä ja muualla tuovat geologiaa tutuksi kaikille. *Geologi* 67. 128-136.
- Polojärvi, K., M. Luoto & R. Heikkinen (2000). *Karttapohjainen tarkastelu geomorfologisten muodostumien suojelutilanteen arvioinnissa*. Suomen ympäristökeskus 2000. Suomen ympäristö 384.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46 – Liite, 4-6.
- Panizza, M., & S. Piacente (2005). Geomorphosites: a bridge between scientific research, cultural integration and artistic suggestion. *II Quaternario*, 18: 1, 3-10.
- Parks, K. E. & M. Mulligan (2010). On the relationship between a resource based measure of geodiversity and broad scale biodiversity patterns. *Biodiversity and Conservation* 19: 9, 2751–2766.
- Pereira, P., D. I. Pereira & M. I. Caetano Alves (2007). Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). *Geographica Helvetica*, 62: 3, 159-168.
- Pereira D. I., P. Pereira, J. Brilha & L. Santos (2013). Geodiversity assessment of Paraná State (Brazil): an innovative approach. *Environmental management* 52: 3, 541-552.
- Pouta, E. & M. Heikkilä (toim.) (1998). *Virkistysalueiden suunnittelu ja hoito*. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Pralong, J. P. (2005). A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Geomorphologie: relief, processus, environnement*, 1: 3, 189-196.
- Rautiainen, A. (2003). *Kuntoreitti. Opas kuntoreittien suunnittelijoille, rakentajille ja hoitajille*. Rakennusalan kustantajat RAK, Helsinki.
- Reser, J. & J. Bentrupperbäumer (2005). What and where are environmental values? Assessing the impacts of current diversity of use of 'environmental' and 'World Heritage' values. *Journal of Environmental Psychology*, 25: 2, 125-146.
- Reynard, E. & P. Coratza (2007). Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica*, 62: 3, 138-139.

- Reynard, E. & M. Panizza (2005). Geomorphosites: Definition, Assessment and Mapping. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, 3, 177-180.
- Rokua Geopark Application (2009). *5. Listing and Maps of Geological, Cultural and Nature Protection sites*.
- Rokua Geopark (2017). < <https://www.rokuageopark.fi> >. 16.2.2017
- Saarinen, J. (1997). Matkailun motiivi ja ympäristöt: matkailijatyyppeiden tilasidonnaisuus. *Terra* 109: 2, 55-65.
- Saarinen, J. (2001). Matkailukokemuksista elämystuotantoon: matkailuelämys käsitteenä ja luontomatkailun mainonnassa. *Julkaisussa* Aho, S., A. Honkanen & J. Saarinen (toim.). *Matkailuelämykset tutkimuskohteina*, 83-97. Lapin yliopiston matkailun julkaisuja B: 6.
- Saarinen, J. (2002). Luonto 'uuden matkailun' elämystuotannossa: katsaus Pohjois-Suomen luontoon perustuvan matkailun kehitykseen. *Julkaisussa* Saarinen, J. & J. Järviluoma (toim.): *Luonto matkailukohteena: virkistystä ja elämyksiä luonnosta*, 11-26. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 866, Rovaniemen painatuskeskus Oy, Rovaniemi.
- Saarinen, J. (2006). Traditions of Sustainability in Tourism Studies. *Annals of Tourism Research* 33(4), 1121-1140.
- Serrano, C.E. & P. Ruiz-Flaño (2007a). Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica* 62, 3/2007, 140-147.
- Serrano, C.E. & P. Ruiz Flaño (2007b). Geodiversity: Concept, Assessment and territorial application. The Case of Tiermes-Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.N.* 45: 389-393.
- Seto, K. C., E. Fleishman, J. P. Fay & C. J. Betrus (2004). Linking spatial patterns of bird and butterfly species richness with Landsat TM derived NDVI. *Journal of Remote Sensing* 25: 4309-4324.
- Sharples, C. (1995). Geoconservation in forest management - principles and procedures. *Tasforests*, 7: 37-50.
- Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service website. <https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconservation>. 25.11.2017.
- Sievänen, T. & E. Karjalainen (2008). Luonnon virkistyskäyttö 231–240. *Julkaisussa* Rantala, S. (toim.) *Tapion taskukirja*. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsäkustannus Oy.
- Solantie, R. (1987). Sade- ja lumiolot. *Suomen kartasto, vihko Ilmasto* 131: 18-22. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Sorjonen-Ward, P. & E. J. Luukkonen (2005). Archean rocks. *Julkaisussa* Lehtinen, M., Nurmi, P. A. & O. T. Rämö, (toim.) *Precambrian geology of Finland – Key to the evolution of the Fennoscandian Shield*. *Elsevier Science*, 14, 19-99.

- Tervo, T. (2012). *Rokua Geopark – Jääkauden perintö -retkeilyopas*. GTK, Kuopio.
- Thomas, M. F. (2012). A geomorphological approach to geodiversity – its applications to geoconservation and geotourism. *Quaestiones Geographicae* 31: 1, 81-89.
- Tuohino, A. & K. Pitkänen (2002) Elämyksen representaatiot matkaesitteissä – esimerkkinä talvinen Itä-Suomi. *Julkaisussa* Saarinen, J. & J. Järviluoma (toim.): *Luonto matkailukohteena: Virkistystä ja elämyksiä luonnosta*, 27–44. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 866.
- Tukiainen, H., J. Alahuhta, R. Field, T. Ala-Hulkko, R. Lampinen & J. Hjort (2017a). Spatial relationship between biodiversity and geodiversity across a gradient of land-use intensity in high-latitude landscapes. *Landscape Ecology*, 32: 5, 1049-1063.
- Tukiainen, H., J. J. Bailey, K. Kangas, R. Field & J. Hjort (2017b). Combining geodiversity with climate and topography to account for threatened species richness. *Conservation Biology* 31, 364–375.
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and Affective Response to Natural Environments. *Julkaisussa* Altman, I. & J.F. Wohlwill (toim.): *Human Behavior and the Natural Environment*, Plenum Press, New York, 85-125.
- Veteläinen, T. (2017). *Rokuan kansallispuiston ja luonnonsuojelualueiden kävijätutkimus 2017*. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja.
<<https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/2178>>. 19.9.2018
- Viitamäki, H. & V. Rouvinen (2002). *Rokuan järvien tila vuonna 2002*. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 280/2002.
- Zouros N. (2007). Geomorphosite assessment and management in protected areas of Greece. Case study of the Lesvos island coastal geomorphosites. *Geographica Helvetica*, 62, 3/2007, 169-180.
- Zwoliński, Z. & J. Stachowiak (2012). Geodiversity map of the Tatra National Park for geotourism. *Quaestiones Geographicae*, 31: 1, 99–107.